

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт электронного обучения  
Направление подготовки – Химическая технология  
Кафедра – Химической технологии топлива и химической кибернетики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Исследование Гуминовых кислот торфяных месторождения «Газопроводное»<br>УДК 622.331:615.322 |

Студент

| Группа  | ФИО                      | Подпись | Дата |
|---------|--------------------------|---------|------|
| 3-2Д2С3 | Гудыма Татьяна Сергеевна |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Маслов С.Г. | к.т.н., доцент            |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Криницына З.В. | к.т.н., доцент            |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Гусельников М.Э. | к.т.н., доцент            |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой<br>ХТТ и ХК | ФИО        | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент                    | Юрьев Е.М. | к.т.н., доцент            |         |      |

## **Реферат**

Бакалаврская работа содержит 77 страниц, 23 таблицы, 4 рисунка, 43 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: торф, гуминовые вещества, гуминовые кислоты, групповой состав, направления использования.

Объектом исследования являются образцы гуминовых кислот торфа, отобранного на месторождении «Газопроводное» Томской области.

Цель работы – определение направлений использования гуминовых кислот торфов месторождения «Газопроводное», для чего определили их УФ- и ИК-спектральные характеристики по общепринятой методике, разработанной в институте торфа АНБССР.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение о том, что гуминовые кислоты торфа месторождения «Газопроводное» имеют сходное строение и свойства независимо от глубины залегания и степени разложения. Установлено соответствие спектральных характеристик исследуемых образцов требованиям, рекомендуемым для применения гуминовых кислот в медицинских целях.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. ГОСТ 12.1.007 – 76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
2. ГОСТ 12.1.003– 14. Система стандартов безопасности труда. Шум.
3. ГОСТ 12.1.019 – 09. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
4. ГОСТ 17.1.3.05—82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
5. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
6. ГН 2.2.5.1313 – 03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
7. ГН 2.2.5.1338 – 03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**торф:** Органическая горная порода, образующая в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенного увлажнения при недостатке кислорода и содержания не более 50% минеральных компонентов на сухое вещество.

**степень разложения торфа:** Содержание в торфе бесструктурной части, включающей гуминовые вещества и мелкие частицы негумифицированных остатков растений.

**групповой химический состав торфа:** Количество битумов, легко гидролизующихся углеводов, гуминовых кислот, фульвокислот, целлюлозы и лигнина, составляющих органическую часть торфа.

В настоящей бакалаврской работе применяются следующие сокращения:

Б – битумы;

ВРВ – водорастворимые вещества;

ЛГВ – легкогидролизующиеся вещества;

Ц – целлюлоза;

ГК – гуминовые кислоты;

ФК – фульвокислоты;

БАС – биологически активные соединения;

ГВ – гуминовые вещества.

## Содержание

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                          | 13 |
| 1 Гуминовые вещества и их использование                           | 15 |
| 1.1 Общая характеристика гуминовых веществ                        | 15 |
| 1.2 Гуминовые кислоты и их свойства                               | 19 |
| 1.3 Метод выделения гуминовых кислот                              | 23 |
| 1.4 Использование гуминовых кислот                                | 24 |
| 2 Требования к торфам для использования их в медицине             | 26 |
| 2.1 Требования к торфу для изготовления медицинских препаратов    | 26 |
| 2.2 Требования к лечебным грязям из торфа                         | 26 |
| 2.3 Требования к битумам для изготовления медицинских препаратов  | 28 |
| 2.4 Гуминовые кислоты и требования, предъявляемые к ним           | 29 |
| 3 Постановка задачи исследования                                  | 33 |
| 4 Экспериментальная часть                                         | 35 |
| 4.1 Характеристика объекта исследования                           | 35 |
| 4.2 Методика выделения гуминовых кислот                           | 35 |
| 4.3 Методика проведения ИК-спектроскопии                          | 37 |
| 4.4 Методика проведения УФ-спектроскопии                          | 37 |
| 4.5 Результаты работы и их обсуждение                             | 38 |
| 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 44 |
| 6 Социальная ответственность                                      | 63 |
| Заключение                                                        | 73 |
| Список использованных источников                                  | 78 |
| Приложение                                                        |    |

## Введение

Торф - молодое органогенное отложение земной коры. В отличие от других твердых горючих ископаемых (лигниты, бурые угли, каменный уголь), торф содержит целую гамму биологически активных соединений (БАС), встречающихся в живой природе, а также образующихся при отмирании и разложении болотных растений. Природа биологически активных веществ торфа многогранна. Являясь продуктом частичного распада отмерших растений, торф может сохранять БАС растительного происхождения и накапливать органические соединения различных классов, устойчивых к микробиологическому разрушению. С этой точки зрения торф можно рассматривать не только как источник биологически активных веществ, равноценный растениям, но и как их аккумулятор [1].

Торфяные болота покрывают 3 % от всей площади суши, его запасы составляют 250-500 миллиардов тонн. Россия стоит на первом месте в мире по количеству торфяных залежей, общая площадь которых составляет около 60 млн. га, а запасы торфа составляют около 40% мирового показателя [2].

Большая доля торфяных запасов приходится на Западно-Сибирскую равнину, которая, располагаясь на территории трех природно-географических зон (лесостепной, лесной и тундровой), представляет собой крупнейший торфяной регион мира.

Центральную часть Западно-Сибирской равнины занимает Томская область, территория которой характеризуется наибольшей заболоченностью (50%), высокой заторфованностью (35,6%) и преобладанием крупных торфяных месторождений.

Использование торфа как сырья не ограничивается его сжиганием, а имеет целый спектр переработки и применения в разных отраслях промышленности, сельского хозяйства, медицине и строительстве [3].

Торф можно рассматривать как систему, состоящую из органической и неорганической частей и воды. Соотношение этих частей сильно варьирует. В естественном состоянии торф обычно содержит от 85 до 95% воды, а в сухой части до 50% минеральных веществ.

Торф имеет следующий средний элементный состав: углерод – 55%; водород – 6%; кислород, азот, сера – 39%, [4].

Органическая часть торфов условно подразделяется на несколько групп: битумы, водорастворимые и легко гидролизуемые вещества (сахара, пектиновые вещества и гемицеллюлоза), гуминовые кислоты, целлюлоза, негидролизуемые вещества (лигнин, кутин, суберин, гумин, остаточный уголь).

Специфическую и наиболее представительную в количественном отношении группу БАВ торфа (49%мас.) составляют гуминовые кислоты (ГК), являющиеся сложной смесью высокомолекулярных и полифункциональных соединений алициклической, гидроароматической, ароматической и гетероциклической природы [1]. В настоящее время гуминовые кислоты нашли применение в сельском хозяйстве, ветеринарии и медицине.

Сложность механизмов образования ГК и зависимость их свойств от окружающих факторов обуславливает не только многообразие структур и их высокую полидисперсность, но и существенно ограничивают применимость стандартных методов их исследования.

Эти обстоятельства делают практически невозможными попытки внеэкспериментального прогнозирования особенностей их токсических и фармакологических свойств по общим элементам структуры, и, соответственно, обуславливают необходимость химической стандартизации каждого из образцов ГК различного происхождения.

Целью моей работы является физико-химическое исследование свойств гуминовых кислот торфов месторождения «Газопроводное».

## **1 Гуминовые вещества и их использование**

### **1.1 Общая характеристика гуминовых веществ**

Гуминовые вещества известны с конца XVIII века. Их изучение наталкивалось на значительные трудности вследствие чрезвычайной сложности структуры и широких вариаций свойств гуминовых кислот, выделенных из разных природных источников. Прежде всего, это обусловлено многообразием веществ, принимающих участие в образовании гуминовых кислот, условиями, в которых находятся эти кислоты в процессе своего образования и дальнейших превращений.

На долю гуминовых веществ, приходится от 20 до 70% органической части торфа. Минимальное количество гуминовых кислот содержится у слабо разложившегося торфа моховой группы верхового типа, максимальное — у сильно разложившегося торфа всех типов. Также ГК входят в состав землистых бурых углей (до 60%), а в выветрившихся бурых и каменных углях их содержание колеблется от 0 до 100% органической массы в зависимости от степени выветривания. Среди почв максимальное количество гуминовых кислот находится в чернозёме до 10%.

Гуминовые вещества – это сложные системы высокомолекулярных органических соединений природного происхождения, представляющие собой полифункциональные структуры ароматической, алициклической и гетероциклической природы, замещенные алкильными цепями с различными функциональными группами. Сложность строения гуминовых веществ вызвана различными факторами и условиями их формирования, а также существенное влияние на состав и свойства ГВ оказывают способы извлечения их из природных объектов [5].

Впервые гуминовые вещества были выделены из торфа немецким химиком Ф. Ахардом в 1786 году. В двадцатом веке изучением ГВ, преимущественно в рамках почвоведения, занимались ученые Л. А. Христева, М. А. Кононова, Т. А. Кухаренко и другие, а также ряд зарубежных исследователей.

Огромный вклад в изучение гуминовых веществ внес доктор биологических наук, заслуженный профессор Московского государственного университета им. М. Ю. Ломоносова, заслуженный деятель науки Российской Федерации, Дмитрий Сергеевич Орлов (1928-2007). Он предложил свою собственную схему строения молекул гуминовых кислот, сформулировал признаки, характерные для этого класса соединений, разработал кинетическую теорию гумификации.

Общепринятая классификация гуминовых веществ, предложенная Д. С. Орловым, основана на различной растворимости ГВ в воде, кислотах и щелочах. По этой классификации гуминовые вещества делят на прогуминовые вещества, гумусовые кислоты и гумин (негидролизуемый остаток) (рис.1.1)[6].

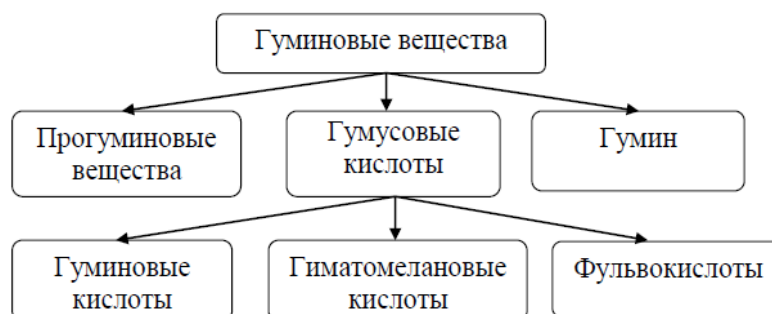


Рисунок 1.1 – Классификация гуминовых веществ по Д. С. Орлову

Прогуминовые вещества представляют собой неспецифические органические компоненты разложившихся растительных и животных остатков темно-коричневого цвета. К ним относятся: низкомолекулярные органические кислоты, аминокислоты, углеводы, липиды и продукты их трансформации. Их называют «молодые» гуминоподобные соединения. В дальнейшем они подвергаются окислительной полимеризации и превращаются в гуминовые кислоты. Прогуминовые вещества частично растворимы в воде. Соединения изучены очень мало.

Гумин (негидролизуемый остаток) - совокупность минеральных комплексов гуминовых и фульвовых кислот. Гумин практически нерастворим в щелочах, кислотах и органических растворителях. В составе гумина могут содержаться некоторые неспецифические соединения (целлюлоза, лигнин, хитин).

Гумусовые кислоты - специфические органические соединения от желтого до темно-коричневого цвета. Выделяют их способом, впервые предложенным немецким ученым Ф. Ахардом, используя в качестве растворителей растворы щелочей и нейтральных солей. Гумусовые кислоты в зависимости от способности растворяться в тех или иных растворителях разделяют на гуминовые, гиматомелановые и фульвокислоты.

Фракцией гумусовых кислот, растворимой в спирте, являются гиматомелановые кислоты (ГМК). Растворы ГМК в спирте имеют темно-красную окраску. Отличительной особенностью этих соединений является способность интенсивно поглощать электромагнитное излучение в интервале  $1700-1720\text{ см}^{-1}$ . Доля данной группы (или фракции) в процентном соотношении в

составе гуминовых веществ незначительна. Молекулы гиматомелановых кислот содержат карбоксильные, метоксильные и гидроксильные группы. Изучение элементного состава молекул показало высокое содержание углерода (более 60%) в их структуре.

Фракция гумусовых кислот, растворимая в воде, щелочах и кислотах представляет собой фульвокислоты (ФК). К ФК относят все кислоторастворимые органические вещества, остающиеся в растворе после осаждения гуминовых кислот. ФК выделяют посредством сорбции на полимерных смолах или активированном угле. Молекулы фульвокислот обладают более выраженными кислотными свойствами, они гидрофильны, более окислены и содержат меньшее количество углерода, чем молекулы ГК; с одно- и двухвалентными катионами ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) образуют соли, растворимые в воде; в сильнощелочной среде могут осаждаться ионами бария [7].

Фракцией гумусовых кислот, растворимой в щелочах и практически нерастворимой в воде и кислотах, являются гуминовые кислоты. С одновалентными катионами ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) гуминовые кислоты образуют легко растворимые в воде соли - гуматы. При взаимодействии ГК с двух- и трехвалентными катионами ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) образуются осадки.

Гуминовые кислоты представляют собой группу естественных аморфных темноокрашенных высокомолекулярных ароматических кислот, выделяемых при подкислении щелочного раствора из торфов, почв, бурых и выветрившихся каменных углей. Они объединены общим типом строения, но имеют известные различия в зависимости от характера исходного вещества.

Все три фракции гумусовых кислот всегда сопутствуют друг другу и взаимосвязаны [6].

Некоторые исследователи до сих пор отрицают существование этих веществ в природе считая, что они получаются искусственным путём при обработке сырья щелочью. Такая точка зрения опровергается исследованиями, проведенными Пономарёвой, которая доказала, что фульвокислоты существуют в виде самостоятельных групп в природе и играют важную роль в геохимических процессах. Большинство исследователей понимают под фульвокислотами сумму всех веществ, которые остаются в растворе после подкисления щелочной или пиррофосфатной вытяжек из твердых горючих ископаемых и почв и выпадения в осадок гуминовых кислот. Так определяются фульвокислоты в существующих методах группового анализа.

Однако работами исследователей показано, что в кислых фильтратах, остающихся после осаждения гуминовых кислот, содержатся органические вещества: аминсахара, фенолы, аминокислоты, обрывки макромолекул полисахаридов, которые никак нельзя отнести к фульвокислотам. Причём, этих

неспецифических веществ в фильтратах может содержаться больше, чем собственно фульвокислот.

Для очистки фульвокислот от примесей известны в литературе несколько способов. Эти способы трудоёмки и затрудняют точный количественный учёт фульвокислот. Бамбаловым предложен метод выделения фульвокислот из кислого фильтрата раствором гидрата окиси бария до  $\text{pH}=7$ . Выпадающие в этих условиях фульвокислоты не загрязняются неспецифическими соединениями.

Изучением природы, состава и свойств фульвокислот занимались почвоведы Тюрин, Пономарёва, Кононова, Александрова и многие другие. По их данным фульвокислоты представляют собой аморфные светлорыжие порошки, хорошо растворимые в воде, спирте, щелочи, этилацетате, крепких кислотах. Фульвокислоты и их соли дают в воде желтую или красноватую окраску.

Фульвокислоты твердых горючих ископаемых и почв содержат 30-51% углерода, 4-5% водорода, 25-47% кислорода и 1-4,5% азота. Химический эквивалент их около 300 за счёт карбоксильных групп и около 120 за счёт всех остальных активных кислых групп.

Общее содержание активных кислых групп в фульвокислотах колеблется от 8-10 мг·экв/г, карбоксильных от 2 до 5 мг·экв/г. Кроме карбоксильных, в них содержатся метоксильные, фенольные и карбонильные лактонные группы.

Средневесовая молекулярная масса фульвокислот находится в пределах от 5000 до 15000.

Фульвокислоты представлены гетерогенной и полидисперсной группой высокомолекулярных, азотсодержащих органических кислот. В их структуре было установлено наличие ароматических и алифатических частей. Ароматическая часть в их молекулах выражена менее ярко и преобладающее значение имеют боковые цепи, т.е. алифатические (углеводные и аминокислоты) компоненты молекулы, несущие кислые функциональные группы. Благодаря этому фульвокислоты хорошо растворимы в воде. Их водные растворы имеют кислую реакцию ( $\text{pH}$  2,6-2,8).

Гиматомелановые кислоты представляют собой рыжие аморфные порошки. Они содержат 58-62% углерода, 3-7% водорода, 25-30% кислорода, 2-5% азота. Молекулярный вес колеблется 250-550, в их состав входит от 2-4 мг·экв/г карбоксильных групп, 2-3 мг·экв/г фенольных гидроксильных, 1-2 мг·экв/г метоксильных групп, 1-2 мг·экв/г карбонильных групп. Данные инфракрасной спектроскопии и рентгеноструктурного анализа указывают на более низкое содержание ароматической и более высокое алифатической

частей в составе молекул гиматомелановых кислот по сравнению с гумусовыми.

Гуминовые кислоты, как указывалось выше, извлекаются из твердых горючих ископаемых и почв растворами щелочей или солей щелочных металлов в виде истинных тёмноокрашенных растворов - гуматов металлов. Из растворов гуматов гуминовые кислоты легко осаждаются кислотами в виде аморфного хлопьевидного осадка [8].

## 1.2 Гуминовые кислоты и их свойства

Гуминовые кислоты по внешнему виду представляют собой бурый аморфный порошок плотностью  $\rho = 1,14 - 1,69 \text{ г/см}^3$ . Вопрос о молекулярных массах не решён, что связано с полидисперсностью гумусовых кислот, ограниченной растворимостью, переменным составом и сильной окраской. Так молекулярная масса гуминовых кислот определенная химическими методами лежит в пределах 1300-130000, физические методы осмометрии, криоскопии и вискозиметрии дают величины 700-26000, методы центрифугирования и светорассеяния - 30000-80000. По данным Орлова Д.С. среднечисловые молекулярные массы гумусовых кислот почв равны 1500-600000.

При нагревании без доступа воздуха кислоты не плавятся, а разлагаются. Они имеют высокоразвитую внутреннюю поверхность, вследствие чего являются хорошими сорбентами. Они склонны к набуханию и пептизации в некоторых жидкостях, особенно в воде, ацетоне, спирте. Растворы гуминовых кислот в водных растворах щелочей, имеют коричнево-бурю окраску, при низких концентрациях оптически пусты и длительно сохраняются. При определённых соотношениях между гуминовыми кислотами и щелочными растворами образуется полидисперсная система, содержащая гумат щелочного раствора и соль гуминовых кислот. Поверхностное натяжение близко к натяжению воды. При подкислении растворов, а также добавлении солей щелочноземельных металлов кислоты коагулируют задолго до завершения химической реакции. Наиболее устойчивыми к коагулирующему действию электролитов и наиболее высокодисперсными являются гуминовые кислоты торфа. Порог коагуляции, определяемый по наименьшей концентрации электролита, необходимый для наступления коагуляции определенного количества гумата за определённый промежуток времени закономерно понижается при переходе от менее зрелых образцов к более зрелым.

При высушивании гуминовые кислоты проявляют необратимые свойства и тем сильнее, чем выше температура сушки. Высушенные кислоты сор-

бируют только 70% воды, потерянной при высушивании. Воздушно сухие кислоты удерживают до 25% влаги.

Химические свойства гуминовых кислот чрезвычайно разнообразны благодаря их многофункциональности (карбоксильные, фенольные и спиртовые гидроксилы, метоксильные, хиноидные, лактонные, енольные, сложноэфирные, альдегидные, кетонные группы, мостиковый и гетероциклический кислород и т.д.)[1].

Реакционная способность гуминовых кислот определяется взаимным положением и порядком размещения функциональных групп. Хотя в литературе этих сведений явно недостаточно.

Так гуминовые кислоты способны к реакциям обмена с солями и основаниями. Эти реакции обратимы. При реакции с гидроокисями щелочноземельных металлов, например едкого бария, количество прореагировавшего основания стехиометрически соответствуют суммарному содержанию активных кислых групп карбоксильных и фенольных гидроксидов в молекуле кислоты. Реакция же с солями щелочноземельных металлов и органических кислот, например с уксуснокислым кальцием протекает за счёт карбоксильных групп. Гуматы щелочных металлов растворимы в воде, гуматы щелочноземельных металлов не растворимы.

За счёт хиноидных групп гуминовые кислоты способны подвергаться окислительно - восстановительным реакциям с окислами металлов переменной валентности. Реакции обратимы.

Карбонильные группы гуминовых кислот вступают в реакции с фенилгидразином, гидроксилами. Причём, для гуминовых кислот характерно явление таутомерии. Например, таутомерия карбонильных групп и фенольных гидроксидов, когда одни и те же группы вступают в реакцию с фенилгидразином и с диметилсульфатом.

Гуминовые кислоты взаимодействуют с металлическим натрием в жидком аммиаке, который избирательно действует на простые эфирные связи. Особенно легко разлагаются арил-ариловые эфиры, труднее арилалкиловые и практически не разлагаются алкил-алкиловые эфиры. В результате образуются соединения кислого или нейтрального характера растворимые в воде.

Химические свойства гуминовых кислот разнообразны и за счёт ароматического ядра их молекул. Так кислоты подвергаются реакциям окисления щелочным перманганатом. Реакция идёт по пути деструктивного распада полициклических систем с образованием различных бензолкарбоновых кислот, эфиров и других соединений.

При хлорировании гумусовых кислот образуются растворимые в эфире продукты со значительным содержанием хлора [7].

Термическая деструкция гуминовых кислот начинается уже при 100°C, Белькевичем П.И. с сотрудниками установлено, что независимо от способа выделения гуминовые кислоты претерпевают одинаковые изменения, в результате которых разрушаются боковые функциональные группы и остаётся конденсированное ароматическое ядро. Кинетические закономерности термодеструкции не зависят от вида торфа и от условий проведения эксперимента. Что позволило сделать вывод об идентичности их строения.

Отмечено также, что с ростом температуры содержание углерода возрастает, содержание кислорода и водорода убывает, а содержание азота остаётся постоянным. Выход твердого остатка падает до 55-57% при 400°C, выход парообразных продуктов (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) растёт. При общем снижении количества функциональных групп содержание фенольных гидроксидов возрастает, что указывает, по-видимому, на перераспределение остаточного кислорода, которое приводит к возникновению новых гидроксильных групп.

После удаления воды при 120°C начинается декарбоксилирование. При 200°C реакции декарбоксилирования текут интенсивно и почти полностью заканчиваются при температурах 250-300°C. В составе газообразных продуктов разложения преобладают окислы углерода, а выше этой температуры в газе появляется метан и водород [8].

В процессе установления молекулярного строения гуминовых веществ рядом авторов разработано несколько гипотетических моделей, характеризующих гуминовые кислоты. В настоящее время получить мономолекулярные фракции ГВ не удалось. Поэтому при создании формул гуминовых соединений возможно смоделировать лишь структурную ячейку, представляющую собой минимальную по размеру часть молекулы, которая содержит все важнейшие структурные фрагменты.

Согласно наиболее общим представлениям, макромолекулы кислот состоят из каркасной (негидролизуемой) и периферической (гидролизуемой) части. Негидролизуемая часть представлена ароматическими фрагментами с различными функциональными группами: карбоксильными, альдегидными, метокси-, amino- и амидогруппами, спиртовыми и фенольными гидроксильными. В состав гидролизуемой части, ковалентно связанной с каркасной, входят моно- и полисахариды, полипептиды, аминокислоты, в незначительных количествах могут содержаться жирные кислоты и другие соединения [5].

Отечественными учеными - Д.С. Орловым (рис. 1.2) и И.Д. Комиссаровым (рис. 1.3) также предложены формулы, которые наиболее реально объясняют практически все известные сегодня химические и физические

свойства ГК и могут служить основой для понимания природы их биологической активности[1].

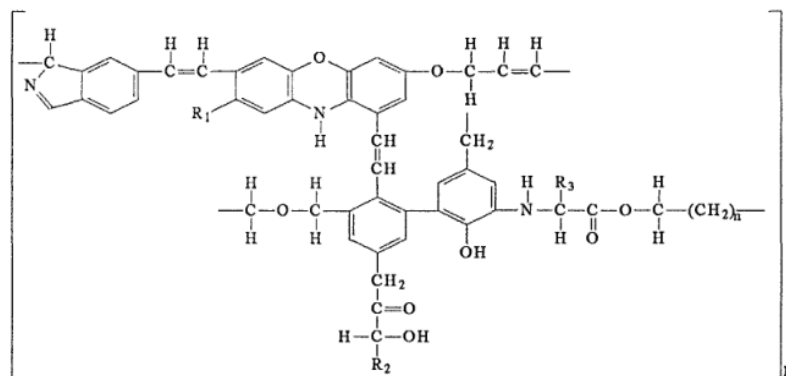


Рисунок 1.2 - Схема строения структурной ячейки ГК по Д.С. Орлову

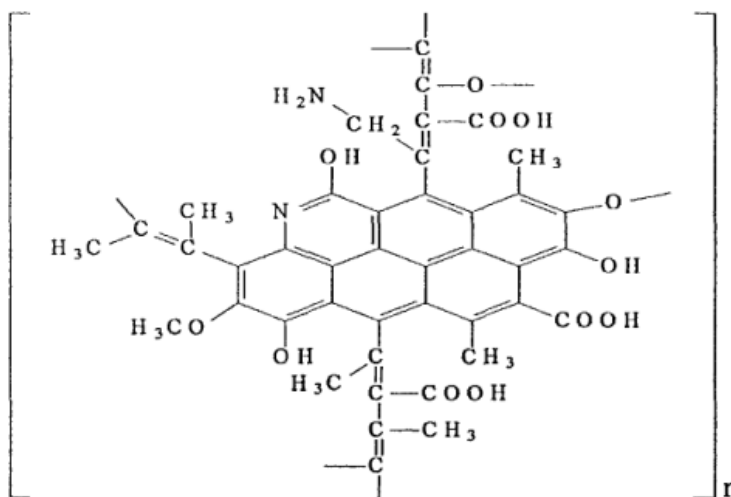


Рисунок 1.3 - Схема строения структурной ячейки ГК по И.Д. Комиссарову

Однако наиболее широкое распространение получила гипотетическая модель ГК по Ф. Стивенсону (рис. 1.4). Согласно его гипотезе, молекула ГК включает в себя бензольные кольца с карбоксильными и фенольными группами, азотсодержащие гетероциклы, хиноидные структуры, и все они связаны между собой мостиками через азот и кислород [7].

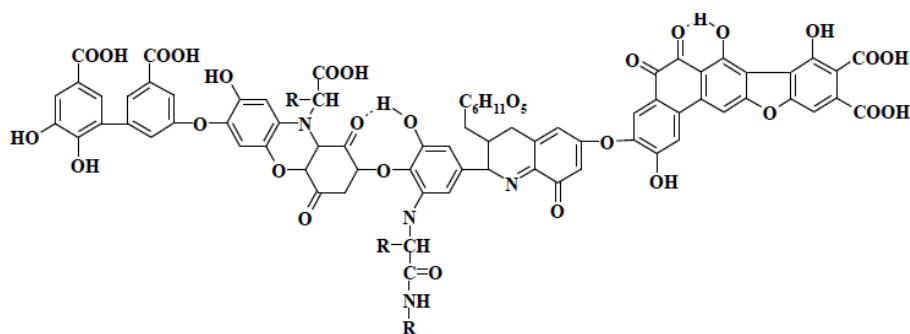


Рисунок 1.4 – Схема строения структурной ячейки ГК по Ф. Стивенсону

Традиционными экстрагентами гуминовых кислот из различных твердых горючих ископаемых и почв являются растворы гидроокисей натрия, калия, реже растворы карбонатов этих металлов. Часто используется для экстракции и водный раствор аммиака.

Для полной экстракции гуминовых кислот методом щелочного растворения достаточно такое количество щелочи, которое необходимо для полной нейтрализации кислых функциональных групп кислот.

Извлечение гуминовых кислот из сырья щелочными растворами рассматривают как процесс образования солей, имеющих значительно большую степень ионизации в водных растворах, чем сами кислоты.

## 1.2 Метод выделения гуминовых кислот

В настоящее время существует значительное количество методов выделения гуминовых веществ.

Наиболее распространены методы, основанные на способности гуминовых веществ растворяться в щелочных растворах при  $pH > 7,0$  и осаждаться из растворов при подкислении до  $pH < 2,0$ . Для получения гуматов применяют гидроксиды натрия и калия, аммиак, натрия гидрокарбонат, натрия фторид, натрия ацетат, натрия пирофосфат, натрия оксалат. Причем для извлечения гуминовых кислот раствор натрия гидроксида может применяться в различных концентрациях (от 0,08% до 10%). Количество требуемых щелочных обработок может составлять от 1 до 10. Экстрагирование проводится в различных температурных интервалах (от 20°C до 100°C) [7].

Одним из методов, основанных на способности гуминовых соединений растворяться в щелочных растворах, является разработанный Николаем Николаевичем Бамбаловым фракционно-групповой метод выделения гуминовых веществ. Данный метод состоит из последовательных стадий:

- 1) обработка природного источника ГВ хлороформом с целью удаления битумов;
- 2) экстракция 0,1М раствором натрия гидроксида и 0,1М раствором натрия пирофосфата с целью извлечения гуминовых веществ;
- 3) последовательный гидролиз 5% и 72% растворами серной кислоты с целью получения фракций водорастворимых, легкогидролизуемых и трудногидролизуемых веществ;
- 4) подкисление щелочных растворов гуминовых веществ до  $pH=1,0$  для осаждения гуминовых кислот, фульвокислоты остаются в растворе;
- 5) высушивание гуминовых веществ при невысоких температурах (30-400С).

Достоинствами данного метода являются возможность выделения гуминовых веществ в «мягких» условиях, при которых гуминовые кислоты меньше подвергаются деструкции, простота методики и отсутствие специального [9].

#### **1.4 Использование гуминовых кислот**

За счет разнообразия физических и химических свойств гуминовые кислоты нашли широкое применение в различных сферах деятельности человека.

Для получения максимального урожая почва должна содержать необходимое количество основных питательных элементов (N, P, K), микроэлементов и органического вещества (гумуса). На основе гуминосодержащего сырья разработаны и предложены агропромышленному комплексу новые виды органоминеральных удобрений пролонгированного действия, минеральных гуматосодержащих удобрений, мелиорантов, обеспечивающих высокий уровень усвояемости элементов питания, способствующих повышению урожайности, улучшению качества сельскохозяйственной продукции и экологической безопасности.

Широко известны и уже давно применяются гуматы натрия различных каустобиолитов в качестве стабилизаторов минеральных суспензий, используемых в производстве строительных материалов, а также при бурении скважин на нефть и газ. Некоторый интерес ГК представляют как антисептические средства, красящие вещества и дубители. Кроме того, эти вещества – весьма эффективные стимуляторы роста растений и животных. В последнее время гуминовые вещества нашли применение в электрохимической промышленности (как модификаторы отрицательных электродов свинцовых аккумуляторов) [10].

Большой класс материалов может быть получен на основе гуминового комплекса торфа. К их числу относятся торфяной краситель для древесины, ингибитор коррозии, поглотитель радионуклеидов.

Разработаны безотходные технологии получения торфяного красителя для древесины, ингибитора коррозии металла с утилизацией остатка от их производства в виде органических удобрений повышенной биологической активности. Производство предложенных продуктов простое, осуществляется на стандартном химическом оборудовании, не требует дефицитных химреакторов и позволяет получить целевой материал с выходом до 50% на органическое вещество. Торфяной краситель как пигмент гуминовой природы придаёт древесине равномерную орехово-коричневую окраску, хорошо выявляет текстуру, по сравнению с другими красителями значительно меньше поднимает ворс, не мигрирует в отделочные материалы, не токсичен, отличается высокой светопрочностью. Он хорошо смешивается с синтетическими красителями, что позволяет получать на его основе композиции различных оттенков [11].

Гуматные реагенты предназначены для общего улучшения буровых растворов, повышения их дисперсности и агрессивной устойчивости, снижения водоотдачи. По принципу действия эти реагенты являются стабилизаторами суспензий, но выполняет и пептизирующие функции. Они служат для регулирования вязкости и статического напряжения сдвига глинистых растворов, загустевших от выбуренной породы. В группу гуматных реагентов входят вытяжки из бурого угля и торфа, продукты их модификации.

Гуматные реагенты получили широкое распространение. Это обусловлено не только дешевизной, доступностью и простотой приготовления, но и многофункциональностью их действия [4].

Заслуживают внимания сведения об антивирусной активности ГК, некоторых гуматов и их биологическое действие на живые организмы, растения, дрожжи, что связано с наличием в этих соединениях ферментов, ароматических альдегидов, органических кислот, различных низкомолекулярных соединений фенольного характера, витаминов, аминокислот, полипептидов. Поэтому ГК находят применение в медицине и ветеринарии [1].

## **2. Требования к торфам для использования их в медицине**

На протяжении многих лет торф и выделяемые из него компоненты применяются в медицинских целях, ввиду антисептических и лечебных свойств. Торф, применяемый в качестве сырья для медицинских препаратов должен отвечать определенным требованиям.

### **2.1 Требования к торфу для изготовления медицинских препаратов**

В отечественной медицинской практике достаточно известны препараты, полученные из торфа, – торфот, гумизоль, "оксидат торфа плюс", пеллододистиллят, пелоидин. Они применяются при воспалительных заболеваниях и как стимуляторы репаративной регенерации [13].

В настоящий момент распространение в медицинской практике получил препарат «Торфон», применяемый при глазных заболеваниях – помутнение раговицы, миопотический хориоретинит, пигментная дегенерация сетчатки. Также в литературе описан положительный эффект при лечении данным лекарственным средством заболеваний периферической нервной системы, церебрального атеросклероза, гинекологических заболеваний [14].

Получают препарат отгоном летучих компонентов торфа с водяным паром. Действующими веществами являются амины. Наибольшим запасом азотистых веществ обладают низинные торфа, сформировавшиеся в условиях пойм рек. Чем выше влажность и степень разложения торфа, тем сильнее проявляется его биологическая активность.

В качестве сырья препарата «Торфон» используют низинный торф, влажность которого не превышает 55%, а степень разложения не ниже 20%. Важным показателем является содержание азота – от 2 до 4,5 % в пересчете на органическое вещество [15].

### **2.2 Требования к лечебным грязям из торфа**

Одной из разновидностей лечебных грязей являются торфяные грязи. Это торфяные образования болот, состоящие из органического вещества и остатков растений с большой степенью разложения при повышенной влажности и дефиците кислорода.

Торфолечение – это метод теплолечения, заключающийся в воздействии на организм нагретым торфом. Торф обладает высоким содержанием органических веществ и значительной теплоудерживающей способностью. Компо-

ненты торфа (ГК, летучие нафтеновые кислоты), проникающие через кожные покровы и слизистую оболочку являются активными биологическими стимуляторами [16].

По физико-химическим показателям торф, используемый для изготовления лекарственных препаратов должен соответствовать следующим требованиям, представленным в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Требования, предъявляемые к лечебным грязям по физико-химическим показателям [17]

| Показатель                                                           | Норма для торфяных грязей |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Влажность, %                                                         | 50-85                     |
| Засоренность минеральными частицами размером 0,25-5 мм, %, не более  | 2,0                       |
| Твердые минералы, включая размером более 5 мм                        | Не допускаются            |
| Степень разложения в пересчете на органическое вещество, %, не менее | 40,0                      |

Таблица 2.2 – Требования, предъявляемые к торфам для использования их в медицине

| Наименование показателя                                          | Характеристика |
|------------------------------------------------------------------|----------------|
| Тип                                                              | Низинный       |
| Влажность, %                                                     | Не более 55    |
| Степень разложения, %                                            | Не менее 20    |
| Содержание общего азота, в пересчете на органическое вещество, % | От 2,0 до 4,5  |
| Кислотность (рН водной вытяжки)                                  | Не менее 5,5   |

## 2.3 Требования к битумам для изготовления медицинских препаратов

В медицинской практике битум представляет интерес, как источник фитостероинов – сырья стероидных гормонов и витамина D<sub>5</sub>. Фитостерины торфяного битума обладают противозудным и противовоспалительным действием. Этанольный экстракт смолы торфяного воска противовоспалительным действием, имеет низкую токсичность и безвредность. Противоспалительный эффект обусловлен наличием в составе экстракта сложных эфиров, кислот и углеводов.

Также в состав битумов входит  $\beta$ -ситостерин. При попадании в организм это вещество вступает в реакцию с желчными кислотами и холестерином, образуя малорастворимые соединения, легко выводимые из организма. Таким образом, происходит блокировка процесса всасывания холестерина. В верховых торфах содержание стероидов выше по сравнению с низинными [18].

Таблица 2.3 – Характеристика битумов, выделенных из торфа бензолом.

| Показатель                        | Характеристика для торфа |             |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------|
|                                   | Верхового                | Низинного   |
| Зольность, %                      | 0,12 – 0,94              | 0,44 – 0,82 |
| Элементный состав, %:             |                          |             |
| Н                                 | 10,0 - 13,1              | 11,5 – 11,7 |
| С                                 | 74,9 – 80,5              | 77,4 – 80,0 |
| T <sub>пл</sub> , °C              | 55 - 65                  | 68 – 78     |
| Кислотное число, мгКОН/г          | 17 - 38                  | 25 – 45     |
| Эфирное число, мгКОН/г            | 30 - 136                 | 36 – 80     |
| Число омыления, мгКОН/г           | 60 - 139                 | 63 – 110    |
| Йодное число, г/100г              | 13 - 30                  | 11 – 18     |
| Воск (содержание в битумах), %    | 16,6 - 55,7              | 42,4 – 80,9 |
| Смолы (содержание в битумах), %   | 16,6 - 44,4              | 7,4 – 37,2  |
| Масла (содержание в битумах), %   | 16,6 - 27,3              | 7,0 – 16,7  |
| Парафин (содержание в битумах), % | 4,4 – 11,4               | 2,4 – 6,0   |

## 2.4 Гуминовые кислоты и требования, предъявляемые к ним

Важнейшим свойством ГК является их биологическая активность. В научной литературе неоднократно отмечалось положительное влияние этих веществ на рост и развитие растений, повышение резистентности лабораторных животных к некоторым заболеваниям при использовании ГК в качестве пищевой добавки. Один из первых медицинских препаратов на основе ГК, зарегистрированных в России, – «Гумизоль» (0.01 %-ный раствор ГК в изотоническом растворе хлорида натрия) – рекомендовано применять при различных воспалительных процессах.

Физиологическое действие ГК обусловлено их специфическими особенностями: значительными значениями молекулярных масс, разветвленным нерегулярным строением и наличием большого количества разнообразных функциональных групп на периферии конденсированной неполярной центральной структуры. Громоздкая пространственная структура ГК препятствует активному транспорту их молекул внутрь клетки, ограничивая степень вовлеченности препарата в метаболические циклы организма при сохранении стимулирующих, детоксицирующих и регулирующих эффектов, что выгодно отличает их от традиционных низкомолекулярных фармакологических препаратов [18].

Выявлены антибактериальные и противовирусные свойства гуминовых соединений, антиоксидантная активность, комплексообразовательная способность по отношению к таким солям тяжелых металлов как медь, кадмий, свинец, иммуномодулирующие свойства и способность стимулировать регенераторные процессы [19].

Важной предпосылкой для широкого применения ГК в качестве составной части лекарственных средств и диетических добавок является тот факт, что острая токсичность по отношению к теплокровным при оральном введении не установлена. При длительном оральном применении не выявлены никакие побочные воздействия, аллергии или явления резистентности. ГК вследствие своего химического строения не являются ни тератогенами, ни мутагенами. Также они не имеют доказанных канцерогенных и эмбриотоксических свойств.

Нашли применение в медицине соли гуминовых кислот – гуматы натрия. Проведенные учеными исследования свидетельствуют о том, что гуматы натрия из торфа являются малотоксичными веществами и обладают активными противовоспалительными свойствами – антимедиаторным, антиэкссудативным и антипролиферативным.

Соли ГК не оказывают отрицательного влияния на интегральные показатели общего клинического состояния опытных животных (поведение, массу тела, аппетит, потребление воды), основные параметры функционирования выделительной, дыхательной и сердечно-сосудистой системы, не обладают органотропной токсичностью (по данным гематологических, биохимических и гистологических исследований). При нанесении на кожные покровы и слизистые оболочки ГК оказывают слабое раздражающее действие (1 класс); не проявляют эмбриотоксических и тератогенных эффектов, что в целом свидетельствует о благоприятном фармакотерапевтическом профиле безопасности [20].

Выделим основные фармакологические свойства гуминовых кислот:

1. Влияние на иммунную систему. Фенольные группы гуминовых кислот оказывают индуцирующее действие на иммунитет [21].
2. Регулирование микрофлоры кишечника. Гуминовые кислоты оказывают нейтрализующее действие на патогенную микрофлору кишечника, одновременно оказывая противовоспалительное действие [22].
3. Адсорбирующее действие гуминовых кислот. Благодаря полидисперсной структуре ГК обладают адсорбирующим действием. Обволакивание слизистой кишечника ГК может уменьшить или полностью предотвратить всасывание токсических метаболитов после инфекции, при несбалансированном питании. Под легким дубильным влиянием гуминовых кислот уплотняется слизистая кишечника, уменьшается её проницаемость и избыточное выделение тканевой жидкости в просвет кишечника, тем самым профилактируется обезвоживание [23].
4. Противовоспалительное действие ГК. Основой противовоспалительных свойств ГК является содержание в их структуре флавоноидов – полифенолов растительного происхождения [21].
5. Антибактериальное свойство. ГК оказывают подавляющее действие на бактериальные клетки и их обмен веществ (подавление синтеза фталеиновой кислоты) [24].
6. Антигипоксантное и антиоксидантное действие. Доказано, что гуминовые вещества способны регулировать на клеточном уровне процессы окислительного фосфорилирования, предотвращая его разобщение. Предположительно, это связано с тем, что гуминовые кислоты могут являться поставщиками ионов водорода для ферментативных реакций. Отмечена высокая каталитическая активность гуминовых кислот в диспропорционировании супероксида [21].

7. Детоксикация. Гуминовые кислоты являются мощным комплексообразователем, связывая и выводя из организма ионы тяжелых металлов, за счет своих хелатирующих свойств. Углероды, аминокислоты, вещества стероидной группы образуют комплексные соединения с гуминовыми кислотами при помощи водородных и ковалентных связей. Другие соединения реагируют с гуматами посредством ионных взаимодействий, ван-дер-ваальсовых сил, гидрофобного связывания, обмена лигандов, а так же путем отдачи или присоединения электрона. Макроколлоидные свойства гуминовых кислот способствуют образованию барьерного слоя на поверхности желудочно-кишечного тракта, что препятствует поступлению токсических агентов в кровь, а так же повреждению слизистой оболочки ЖКТ [22].

Следует отметить, что эффективность гуминовых кислот, как детоксицирующих соединений основана не только на физическом методе адсорбции, но и на физико-химических взаимодействиях, таких, как комплексообразование и ионный обмен. Это выгодно отличает гуминовые кислоты от множества адсорбентов только физического действия, представленных на рынке лекарственных средств.

Для применения ГК в составе медицинских препаратов необходима уверенность, что выделенные из торфа вещества относятся к классу ГК. Для идентификации ГК нужно руководствоваться следующими количественными и качественными показателями [19]:

1. Элементный состав: содержание углерода в пределах 46 – 62 масс.% при обязательном содержании азота от 3 до 6%.
2. Оптическая плотность 0,001% щелочного раствора ГК при длине волны  $\lambda = 465$  нм и толщине поглощающего слоя 1 см порядка 0,010 – 0,200. Значение цветности в пределах 3 – 5.
3. Характер ИК-спектров поглощения. ГК имеют характерные полосы поглощения в интервале 4000 – 500 см<sup>-1</sup>.

Торф, применяемый для выделения ГК, применяемых в медицинских целях должен отвечать определенным требованиям:

1. Состав сырья: *Сarex lasiocarpa* (10,0±1,5 частей), *Сarex cespitosa* (5,0±0,5 частей), *Сarex omskiana* (15,0±2,5 частей), *Menyanthes trifoliata* (25,0±3,5 частей), *Equisetum fluviatile* (10,0±1,5 частей), *Sphagnum central* (5,0±0,5 частей), древесина кустарников - *Betula pubescens* и др. (30,0±4,5 частей). Степень разложения должна составлять не менее 25±5 %;
2. Степень разложения не менее 25±5 %;
3. Показатель влажности должен составлять не менее 50 % для цельного образца и не более 30 % - для измельченного, общая зола - не более 8,5 %, содержание золы, нерастворимой в 10 % растворе кислоты хло-

ристоводородной - не более 1 %. Минеральная примесь должна составлять не более 1 %.

4. Исходное сырье должно иметь темно-серо-коричневый цвет. Вода, отжимаемая из торфа, коричневого цвета с заметными взвешенными частицами, имеет запах разлагающейся растительности. Разложившаяся до гумифицирования часть маскирует растительные остатки, из которых на глаз различимы кусочки древесной коры и эпидермис корневищ травянистых растений.

5. Измельченное сырье представляет собой порошок, светло-коричневого цвета, проходящий сквозь сито с отверстиями диаметром 5 мм. Запах слабый, специфический [1].

### 3 Постановка задачи исследования

На территории России сосредоточена значительная часть мировых ресурсов торфа. Общая площадь месторождений составляет более 80 млн га с разведанными и прогнозными запасами торфа более 186 млрд тонн. При этом большая доля торфяных запасов приходится на Западно-Сибирскую равнину. Центральную часть Западно-Сибирской равнины занимает Томская область, территория которой характеризуется наибольшей заболоченностью (50%), высокой заторфованностью (35,6%) и преобладанием крупных торфяных месторождений [12].

По запасам торфа Томская область занимает второе место в РФ после Тюменской. Оценка торфяных ресурсов показала, что на территории области имеется сырье для производства всех видов торфяной продукции. Таким образом, Томская область является перспективным районом для развития торфяной промышленности.

Торф в настоящее время используется в сельском хозяйстве, топливной промышленности, но наибольший эффект в финансовом отношении представляет его применение в химической промышленности и медицине.

Месторождение «Газопроводное» расположено в экологически чистом районе томской области, недалеко от г. Томск, поэтому представляет интерес исследование возможности использования торфов этого месторождения в медицинских целях.

Целью моей работы является исследование ГК, выделенных из торфов этого месторождения с различной глубиной залегания, методами УФ- и ИК-спектроскопии и решение вопроса о возможности их применения в медицинских целях.

Торф является перспективным источником биологически активных веществ. Специфическую и наиболее представительную в количественном отношении группу биологически активных веществ торфа составляют гуминовые кислоты, являющиеся сложной смесью высокомолекулярных и полифункциональных соединений алициклической, гидроароматической, ароматической и гетероциклической природы. В последние годы активно изучают фармакологические свойства ГК и возможность их применения в медицинских целях.

Несмотря на долгую историю исследований современная наука еще далека до полного понимания химического строения гуминовых веществ, попытки представить строение ГК позволяя говорить лишь о неких моделях. Структура ГК в значительной степени обусловлена их происхождением.

Таким образом, недостаточная изученность химической структуры и физико-химических свойств ГК торфов Томской области, в частности месторождения «Газопроводное», наряду с их благоприятным расположением, определяет необходимость их детального изучения.

## 4 Экспериментальная часть

### 4.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования являются образцы гуминовых кислот торфа, который отобран на месторождении «Газопроводное» Томской области. В данной работе проводились исследования тринадцати образцов гуминовых кислот торфа с месторождения «Газопроводное». В таблице 2 приведена характеристика торфов данного месторождения.

Таблица 4.1 – Характеристика общетехнических свойств торфов месторождения «Газопроводное»

| Глубина, см | Вид торфа                   | R, % | W <sup>a</sup> , % | A <sup>d</sup> , % |
|-------------|-----------------------------|------|--------------------|--------------------|
| 0-25        | комплексный<br>верховой     | 25   | 10,6               | 4,1                |
| 25-50       |                             |      | 11,8               | 3,2                |
| 50-75       | сосново-сфагновый верховой  | 27   | 9,6                | 2,8                |
| 75-100      |                             |      | 8,4                | 3,1                |
| 100-125     | сосново-пушицевый верховой  | 51   | 11,8               | 2,6                |
| 125-150     |                             |      | 8,4                | 2,8                |
| 150-175     | комплексный<br>верховой     | 32   | 10,5               | 2,6                |
| 175-200     |                             |      | 8,3                | 2,6                |
| 200-225     | травяно-гипновый переходный | 32   | 11,2               | 3,3                |
| 225-250     |                             |      | 8,1                | 3,6                |
| 250-275     | осоково-гипновый низинный   | 27   | 8,0                | 4,2                |
| 275-300     |                             |      | 11,0               | 6,8                |
| 300-325     | осоковый низинный           | 29   | 8,8                | 13,0               |

### 4.2 Методика выделения гуминовых кислот

Аппаратура: бутылки объемом 5 л, литровые колбы, водяная баня на четыре конфорки, термометр, сифон, груша резиновая, фильтры беззольные

синяя лента, мерный цилиндр объемом 1 л, песочная баня, воронка Бюхнера, вакуумный насос.

Реактивы: 0,1 н NaOH, 10% HCl, дистиллированная вода, универсальная индикаторная бумага.

Ход работы: остаток торфа, освобожденный от битумов, водорастворимых и легкогидролизуемых веществ, навесками массой не более 4 г переносят в литровые колбы. В колбы добавляют 0,1 н NaOH из расчета 150 мл на 1 г навески. Колбы закрывают ватными тампонами и ставят в кипящую водяную баню, нагретую до 80 °С. Затем выдерживают в течение одного часа. После этого колбы вынимают из бани и дают отстояться в течение суток. После чего применяют обратный способ отделения жидкости от осадка, т.е. в фильтруемую жидкость погружают сифон, один конец которого обернут фильтрующим материалом, чтобы избежать подсоса частичек осадка, другой опускают в чистую емкость на 5 л.

К остатку в колбе добавляют свежую порцию 0,1 н NaOH в указанном выше количестве, нагревают в течение часа, отстаивают и сифонируют в емкость к гуматам. Обработку щелочью проводят трехкратно. Все три порции гуматов соединяют вместе. После сифонирования последней порции гуматов остаток торфа заливают водой 3-4 раза, по 500 мл каждый раз до нейтральной реакции на универсальную индикаторную бумагу, отстаивают и сифонируют водные растворы в емкость с гуматами.

Остаток торфа в колбе, отмытый от щелочных гуматов до нейтральной реакции, фильтруют через воздушно-сухой взвешенный фильтр и 1-2 раза промывают на фильтре. Фильтрат присоединяют к гуматам. Гуматы перемешивают, замеряют объем и отбирают для осаждения гуминовых кислот 1 л. В колбы с гуматами приливают 10% HCl из расчета 20 мл на 1 л гуматов до сильно кислотной реакции. Кислоту добавляют постепенно при подогревании на песочной бане и перемешивании. Приливают кислоту до сильно-кислой реакции (проверяют реакцией на универсальной индикаторной бумаге). При слабокислой реакции приливают дополнительное количество кислоты (5-10 мл). Выпавшим гуминовым кислотам дают осесть, затем отделяют раствор фульвокислот, а гуминовые кислоты фильтруют через абсолютно сухой, взвешенный беззольный фильтр (синяя лента). Для этого фильтр предварительно высушивают в бюксах до постоянного веса в сушильном шкафу.

Гуминовые кислоты (ГК) на фильтре промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции на индикаторную бумагу, сушат вначале на воздухе, а затем в сушильном шкафу при температуре 80°C до постоянного

веса, высушенные гуминовые кислоты вместе с фильтром помещают во взвешенный тигель и озоляют в муфельной печи в течение 2 часов [8].

#### 4.3 Методика проведения ИК-спектроскопии

Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 5 мм. 5,0 г измельченного сырья помещают в колбу вместимостью 1000 мл, прибавляют 750 мл 0,1 моль/л (0,4 % масс.) раствора гидроксида натрия. Затем колбу встряхивают на механическом встряхивателе в течение 30 мин, дают извлечению отстояться при комнатной температуре в течение 24 часов. После чего извлечение (экстракт ГВ) декантируют и отфильтровывают (синяя лента). Отбирают 500 мл экстракта и при постоянном перемешивании добавляют 25 мл 10 % раствора хлористоводородной кислоты, раствор центрифугируют при 3000-3500 об/мин в течение 10 минут, надосадочную жидкость сливают, осадок ГК в виде тёмноокрашенного геля фильтруют (синяя лента) и отмывают на фильтре водой очищенной до нейтральной реакции по лакмусу. Фильтр с ГК снимают и высушивают при комнатной температуре.

Высушенные ГК (точная навеска) растирают в ступке с калия бромидом в соотношении 1 : 100 и запрессовывают в таблетку при давлении 7,5—10 т/см в течение 2—5 мин под вакуумом 2—3 мм рт. ст., помещают в прибор и снимают спектр в интервале значений частоты от 500 до 4000 см<sup>-1</sup> [1].

#### 4.4 Методика исследования ГК методом УФ-Спектроскопии

Точную навеску (около 0,1 г) ГК разбавляют в 100 мл 0,1 моль/л (0,4 % масс.) растворе гидроксида натрия, 1 мл полученного раствора помещают в мерную колбу на 100 мл и доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и снимают спектр в интервале от 200 до 700 нм. Раствор сравнения: 1 мл 0,1 моль/л (0,4 %масс.) раствора гидроксида натрия в 100 мл дистиллированной воды.

Регистрация УФ- спектров поглощения 0,001 %-ных водных растворов ГК проводится на спектрофотометре Unico 2100 (США) в диапазоне длин волн 200-700 нм в кварцевой кювете толщиной 10 мм с интервалом в 5 нм.

Определяют коэффициенты экстинкции при длине волны 465 нм ( $E_{1\text{ см}, 465\text{ нм}}^{0,001\%C}$ ) и ( $E_{1\text{ см}, 665\text{ нм}}^{0,001\%C}$ ) на основании которых рассчитывают коэффициент цветности  $Q = E_{465}/E_{665}$  [1].

#### 4.5 Результаты работы и их обсуждение

Результаты, полученные при регистрации УФ-спектров поглощения 0,001%-ных щелочных растворов ГК в диапазоне длин волн 200-700 нм представлены в приложении А. Были определены основные спектральные характеристики ГК торфов месторождения «Газопроводное», различных по глубине залегания.

В молекуле гуминовых кислот присутствуют хромофорные и ауксохромные группы. Наличие этих групп обуславливает темно-коричневую окраску щелочных растворов ГК. В связи с этим, УФ-спектроскопия является эффективным методом идентификации ГК.

Спектры ГК представлены в приложении А (рис. А1-13). На рисунках видно, что спектр выглядит, как пологая кривая. По мере увеличения длины волны оптическая плотность растворов ГК монотонно снижается. В области коротких волн наблюдается резкое возрастание поглощения света.

Во всех образцах ГК наблюдается максимальное поглощение в области 220-240 нм. Это вызвано наличием в структуре молекулы ГК фенольных и карбоксильных групп, полиеновых цепей. Полосы поглощения, расположенные в этой области, по всей вероятности соответствуют  $n \rightarrow \pi^*$ -переходам, то есть характерны для кетонов, ароматических альдегидов, производным карбоновых кислот. Также в этой области располагаются  $n \rightarrow \pi^*$ -переходов, вызванные ауксохромными группами, сопряженными с бензольными кольцами.

Также было проведено определение коэффициента цветности щелочного раствора ГК  $Q = E_{465}/E_{650}$ . Данные представлены в таблице 4.1.

Более высокую оптическую плотность при длине волны  $\lambda = 465$  нм имеют образцы с глубиной залегания 0-25 см, 100-225 см. Это говорит о высокой ароматичности молекул ГК. Увеличение оптической плотности при данной длине волны говорит об увеличении содержания углерода и высокой конденсированности молекулы.

Наибольшим значением коэффициента цветности обладают образцы, выделенные из торфа с глубиной залегания 0-25 см, 100-125 см, 150-175, 250-275 см, 300-325 см. Это свидетельствует о высоком содержании атомов кислорода и азота, что также может свидетельствовать о потенциальной биологической активности ГК данного вида торфа.

Из представленных данных видно, что коэффициент цветности ГК месторождения «Газопроводное» находится в диапазоне 3,00 – 4,67, а область максимального поглощения составляет 220-240 нм. Оптическая плотность  $E_{465}$  находится в пределах 0,012 – 0,077 (рекомендуемое значение 0,01-0,2).

Таблица 4.1 – Значения коэффициента цветности щелочных растворов ГК  
 $Q_{E_{465}/E_{650}}$

| Глубина за-<br>легания<br>торфа | Степень<br>разложения,<br>% | $E_{465}$ | $E_{650}$ | Коэффициент цвет-<br>ности $Q_{E_{465}/E_{650}}$ |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------------------|
| 0-25                            | 25                          | 0,073     | 0,016     | $4,56 \pm 0,05$                                  |
| 25-50                           |                             | 0,051     | 0,013     | $3,92 \pm 0,05$                                  |
| 50-75                           | 27                          | 0,012     | 0,004     | $3,00 \pm 0,05$                                  |
| 75-100                          |                             | 0,023     | 0,007     | $3,29 \pm 0,05$                                  |
| 100-125                         | 51                          | 0,07      | 0,015     | $4,67 \pm 0,05$                                  |
| 125-150                         |                             | 0,064     | 0,016     | $4,00 \pm 0,05$                                  |
| 150-175                         | 32                          | 0,077     | 0,018     | $4,27 \pm 0,05$                                  |
| 175-200                         |                             | 0,063     | 0,018     | $3,50 \pm 0,05$                                  |
| 200-225                         | 32                          | 0,065     | 0,017     | $3,82 \pm 0,05$                                  |
| 225-250                         |                             | 0,024     | 0,008     | $3,00 \pm 0,05$                                  |
| 250-275                         | 27                          | 0,055     | 0,012     | $4,58 \pm 0,05$                                  |
| 275-300                         |                             | 0,05      | 0,016     | $3,17 \pm 0,05$                                  |
| 300-325                         | 29                          | 0,036     | 0,009     | $4,00 \pm 0,05$                                  |

Сравнивая полученные нами спектральные характеристики ГК месторождения «Газопроводное» в ультрафиолетовой области с литературными данными [1, 19], видим, что оптические свойства исследуемых образцов находятся в тех же интервалах. В статьях М.В. Зыковой и М.В. Белоусова на основании химико-фармакологических исследований рекомендуется использование ГК, с вышеописанными спектральными характеристиками, в качестве сырья для антигипоксических, гепатозащитных и антиоксидантных медицинских препаратов. Таким образом, можно предположить, что ГК торфов месторождения «Газопроводное» можно использовать в данных направлениях.

В результате анализа ИК-спектров (приложение Б) ГК было выявлено наличие характерных для всех образцов полос поглощения. Наблюдается широкая полоса поглощения в области  $3600\text{--}2500\text{ см}^{-1}$  с максимумом в интервале  $3300\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ . Эти полосы соответствуют валентным колебаниям гидроксильных групп  $\text{--OH}$  ( в составе фенолов, спиртовых и карбоксильных групп). Гидроксильные группы, у которых наблюдается максимум в данном интервале, имеют водородные связи. Свободные гидроксильные группы имеют характерные полосы поглощения в области  $3700\text{--}3584\text{ см}^{-1}$ .

Обнаружено поглощение средней интенсивности в области  $3200\text{--}3150\text{ см}^{-1}$ , что соответствует валентным колебаниям первичного амида ( $\nu_{\text{NH}}$ ), связанного водородными связями.

Интенсивные полосы наблюдаются при  $2928\text{--}2915$  и  $2853\text{ см}^{-1}$ . Это говорит о наличии валентных колебаний метильных ( $\text{--CH}_3$ ) и метиленовых ( $\text{--CH}_2$ ) групп. При этом можно говорить о преобладании групп  $\text{--CH}_2$ , так как волновые числа для них ( $2920$  и  $2853\text{ см}^{-1}$ ) практически полностью совпадают со стандартными значениями ( $2922$  и  $2853\text{ см}^{-1}$ ). Следовательно можно говорить и малой роли алканов в строении ГК.

Наблюдается отчетливый максимум в интервале  $1726\text{--}1700$ , что является следствием валентных колебаний карбонильных групп ( $\nu_{\text{C=O}}$ ). Данная группа может быть представлена в основном альдегидами, кетонами и их производными.

Для всех образцов характерно наличие выраженных полос поглощения в области  $1655\text{--}1580\text{ см}^{-1}$ . В данной области проявляются валентные  $\text{C=C}$  колебания бензольного кольца ( $\nu_{\text{C=C}}$ ). Наличие поглощения средней интенсивности при  $1626\text{ см}^{-1}$  говорит о наложении валентных колебаний амидной группы ( $\nu_{\text{NH}_2}$ ).

Также можно говорить о наличии в составе ГК неконденсированных ароматических соединений, содержащих атомы кислорода и азота. Это подтверждает наличие полосы при  $1511\text{ см}^{-1}$ .

Наблюдается полоса в области  $1270\text{--}1080\text{ см}^{-1}$ , что говорит о наличии валентных колебаний связи  $\text{C-O}$  в спиртах и фенолах, а также валентных колебаний связи  $\text{C-O-C}$ .

В статьях М.В. Белоусова и М.В. Гостищевой [20], на основании ИК-спектральных характеристик и фармакологических исследований, подтверждается антигипоксические свойства ГК, имеющих интенсивные полосы поглощения, характерные для метиленовых, карбоксильных, гидроксильных и ароматических групп.

Максимальная интенсивность полос поглощения в ИК-спектрах ГК торфов месторождения «Газопроводное» характерна для метиленовых, карбоксильных, гидроксильных и ароматических групп, что является критерием пригодности использования ГК в качестве сырья для производства антигипоксических препаратов [22].

По данным ИК-спектроскопии проведем количественную оценку содержания функциональных групп в образцах ГК. Для этого вычислим отношения оптических плотностей найденных групп друг к другу. Результаты представлены в таблице 4.2.

Из представленных в таблице результатов расчетов видно, что отношение  $A_{\text{алк}2925}/A_{\text{C}=\text{C}1600}$  больше единицы, что говорит о преобладании алкильных структур над ароматическими. Наблюдается высокое содержание гидроксильных и карбонильных:  $A_{\text{O}-\text{H}3300}/A_{\text{C}=\text{C}1600} > 1$  и  $A_{\text{C}=\text{O}1725}/A_{\text{C}=\text{C}1600} \geq 1$ ,  $A_{\text{C}-\text{O} \text{ и } \text{C}-\text{O}-\text{C}1039}/A_{\text{C}=\text{C}1600} \geq 1$ . Это может свидетельствовать о преобладании алифатических фрагментов с карбонильными, карбоксильными и гидроксильными группами, а также о большой замещенности атомов водорода в ароматическом кольце. При этом содержание карбоксильных и карбонильных групп в большинстве случаев уступает алкильным группам ( $A_{\text{C}=\text{O}1725}/A_{\text{алк}2925} < 1$ ,  $A_{\text{C}-\text{O}1210}/A_{\text{алк}2925} < 1$ ), лишь в некоторых случаях оно эквивалентно. Для ГК торфа с глубиной залегания 0-75 см и 120-150 см характерно преобладание ароматической части над карбонильными группами:  $A_{\text{C}=\text{O}1725}/A_{\text{C}=\text{C}1600} < 1$ . Преобладание гидроксильных групп наблюдается также и над алифатическими структурами. Большое содержание гидроксильных групп может указывать на наличие в структуре ГК флавоноидных структур. По мнению М.В. Гостищевой флавоноидные структуры являются основой противовоспалительных свойств ГК, доказанных фармакологическими испытаниями. Т.о., можно рекомендовать использование ГК торфов месторождения «Газопроводное» в качестве сырья для производства противовоспалительных препаратов [1].

Для ГК торфов с глубиной залегания 150-175 см и 250-275 см наблюдается максимальное преобладание гидроксильных, карбонильных, карбоксильных групп над ароматической и алифатической частью, а также максимальное преобладание алифатической части над ароматикой.

В статьях В.В. Платонова и Д.Е. Елесева [22] на основании модельных экспериментов выявлено, что наличие гидроксильных, карбонильных и карбоксильных групп в сочетании с ароматической структурой обеспечивает возможность ГК вступать в ионообменные и донорно-акцепторные взаимодействия, образовывать водородные связи, участвовать в сорбционных процессах, образовывать комплексы с металлами и аддукты с различными клас-

сами органических соединений. Связанные вещества теряют свою токсичность, что объясняет применение ГК в качестве природных дитоксикантов.

Это подтверждает эффективность использования ГК в качестве сырья для производства препаратов адсорбирующего действия [23].

Рассмотрев ИК- и УФ-спектры гуминовых кислот торфов месторождения «Газопроводное» с разной глубиной залегания можно говорить о высокой степени подобия их структуры, независимо от типа торфа и глубины залегания, что согласуется с результатами исследований других авторов. Можно отметить высокую долю алифатических фрагментов в составе молекул ГК и значительном содержании активных кислородсодержащих групп, что в свою очередь объясняет антиоксидантные свойства объекта исследования. По экспериментальным данным, полученным в ходе исследования, можно отметить ГК, извлеченные из торфа с глубины 150 – 175 и 250-275 см, как наиболее богатые гидроксильными и карбоксильными группами.

Таким образом, по УФ- и ИК-спектральным характеристикам установлено соответствие исследованных образцов ГК торфов месторождения «Газопроводное» рекомендуемым требованиям, предъявляемым для использования их в медицинских целях [1].

Таблица 4.2 – Соотношение оптических плотностей полос поглощения при определенных длинах волн по данным ИК-спектроскопии

| Соотношение оптических плотностей функциональных групп | Вид торфа и глубина залегания, см |       |                            |        |                            |         |                      |         |                             |         |                           |         |                   |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------------|--------|----------------------------|---------|----------------------|---------|-----------------------------|---------|---------------------------|---------|-------------------|
|                                                        | комплексный верховой              |       | сосново-сфагновый верховой |        | сосново-пушицевый верховой |         | комплексный верховой |         | травяно-гипновый переходный |         | осоково-гипновый низинный |         | осоковый низинный |
|                                                        | 0-25                              | 25-50 | 50-75                      | 75-100 | 100-125                    | 125-150 | 150-175              | 175-200 | 200-225                     | 225-250 | 250-275                   | 275-300 | 300-325           |
| $A_{O-H3300}/A_{C=C1600}$                              | 1,13                              | 1,06  | 1,05                       | 1,03   | 1,11                       | 1,07    | 1,25                 | 1,15    | 1,01                        | 1,03    | 1,25                      | 1,03    | 1,03              |
| $A_{C=O1725}/A_{C=C1600}$                              | 0,97                              | 0,99  | 0,98                       | 1      | 1                          | 0,99    | 1,21                 | 1,04    | 1,01                        | 1       | 1,07                      | 1       | 1                 |
| $A_{C-O1210}/A_{C=C1600}$                              | 0,95                              | 0,97  | 0,99                       | 0,99   | 0,99                       | 0,98    | 1                    | 1       | 0,98                        | 0,99    | 1                         | 0,99    | 0,99              |
| $A_{C-O \text{ и } C-O-C1039}/A_{C=C1600}$             | 1,04                              | 1     | 1,04                       | 1      | 1,07                       | 1,03    | 1,29                 | 1,15    | 1                           | 1       | 1,29                      | 1       | 1,01              |
| $A_{алк2925}/A_{C=C1600}$                              | 1,07                              | 1,04  | 1                          | 1,01   | 1,05                       | 1,04    | 1,16                 | 1,11    | 1,01                        | 1,02    | 1,13                      | 1,03    | 1,03              |
| $A_{O-H3300}/A_{алк2925}$                              | 1,06                              | 1,03  | 1,05                       | 1,02   | 1,06                       | 1,03    | 1,08                 | 1,04    | 1                           | 1,01    | 1,11                      | 1       | 1                 |
| $A_{C=O1725}/A_{алк2925}$                              | 0,91                              | 0,96  | 0,98                       | 0,98   | 0,95                       | 0,95    | 0,90                 | 0,93    | 1                           | 0,98    | 0,95                      | 0,98    | 0,97              |
| $A_{C-O1210}/A_{алк2925}$                              | 0,89                              | 0,93  | 0,99                       | 0,97   | 0,94                       | 0,94    | 0,86                 | 0,90    | 0,97                        | 0,97    | 0,89                      | 0,97    | 0,96              |
| $A_{C-O-C1039}/A_{алк2925}$                            | 0,97                              | 0,97  | 1,04                       | 0,99   | 1,02                       | 0,99    | 1,11                 | 1,04    | 0,99                        | 0,98    | 1,14                      | 0,98    | 0,98              |

### Список использованных источников

1. Гостищева М.В. Химико-фармакологическое исследование нативных гуминовых кислот торфов Томской области: дис...канд./д-ра фарм. наук. Сиб. гос. мед. университет. Пермь. 2008.
2. Информационный архив русского географического общества [Электронный ресурс]: <http://old.rgo.ru>, свободный, – Заглавие с экрана. Дата обращения: 21.04.2016 г.
3. Марков В.Д., Оленин А.С., Оспенников Л.А. Торфяные ресурсы мира: Справочник / Под редакцией Оленина А.С. – М.: Недра, 1988 – 383 с.
4. Левашова А.И. Химия и технология природных энергоносителей: учебное пособие / А.И. Левашова, Е.Н. Ивашкина, Е.М. Юрьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 194 с.
5. Савченко И.А. Химико-фармацевтическое исследование гуминовых веществ сапропеля озера Горчаково. дис...канд./д-ра фарм. наук. Ом. гос. мед. академия. Омск. 2015.
6. Лиштван И.И. Физика и химия торфа/И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, Н.И. Гамаюнов. - М.; Недра, 1989. – 303 с.
7. Тихова В.Д. Анализ элементарного и фрагментарного состава гуминовых кислот почв сибери комплексом инструментальных методов. автореф. дис. ...канд./д-ра хим. наук. Новосиб. институт орг. химии. Новосибирск. 2003.
8. Химическая технология первичной и глубокой переработки нефти и газа. метод. указ. к выполнению лабораторных работ специальности 240403 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»/ сост. С.Г. Маслов ; Томский политехнический университет. Томск: изд. ТПУ, 2009г. – 16с.
9. Н. Н. Бамбалов, В. В. Смирнова, А. С. Немкович. Причины слабой растворимости гуминовых кислот верхового торфа в воде// Природопользование. – 2011. - №20.- с. 92-93.
10. Раковский В.Е. Общая химическая технология торфа. Москва, Ленинград. Государственное энергетическое издательство. 1949. – 366 с.

11. Соколов Б.Н., Колесин В.Н., Ямпольский А.Л. Торф в народном хозяйстве. Под общей редакцией Соколова Б.Н. – М.: Недра, 1982. – 760 с.
12. Инишева Л.И., Архипов В.С., Маслов С.Г., Михантьева Л.С. Торфяные ресурсы Томской области и их использование. Новосибирск: СО РАСХН, 1995. – 86 с.
13. Филатов В.П., Филиппова Т.П. Препарат торфа в клинике глазных заболеваний //Офтальмологический журнал.1951.- №2.-с.54-58.
14. Соловьев В.П., Жолнерович Л.С. Применение в медицине биологически активных летучих соединений торфа //Гуминовые удобрения.-1983.-№7.-с.42-44.
15. Курортно-рекреационный потенциал Западной Сибири / Под ред. Е.Ф. Левицкого, В.Б. Адилова – Томск, 202. – 227с.
16. Требухов Я.В. требования к месторождениям лечебных грязей // Химико-фармацевтический журнал. – 2000.-№5.-с.39-42.
17. Белькевич. П.И., Голованов Н.Г., Долидович Е.Ф. Битумы торфа и бурого угля. – М.:Наука и техника, 1989.-127 с.
18. А. А. Иванов, Д. А. Филатов. Биологическая активность гуминовых кислот торфа // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2011. 0№5. – с. 131-133.
19. Зыкова М.В., Белоусов М.В., Гурьев А.М., Ахмеджанов Р.Р., Юсубов М.С. Стандартизация гуминовых кислот низинного древесно-травяного вида торфа // Химико-фармацевтический журнал, том 47, № 12 (2013), С. 53-56.
20. Гостищева (Зыкова) М.В., Белоусов М.В., Ахмеджанов Р.Р., Юсубов М.С., Матвеев А.В. Исследование химических и токсических свойств гуминовых кислот низинного древесно-травяного торфа Томской области // Бюллетень Сибирской медицины. - 2009. - № 4 (2). - С. 27-33.
21. Бузлама, А.В. Анализ фармакологических свойств, механизмов действия и перспектив применения гуминовых веществ в медицине / А.В. Бузлама, Ю.Н. Чернов // ЭиКФ. - 2010. - Т. 73, № 9. - С. 43-48.
22. Платонова В.В., Елесева Д.Е., Швыкин А.Ю. Метод предварительной оценки физиологической активности гуминовых и гуминоподобных веществ // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. - №3. – с. 26-29.

23. Пузырева В.М., Демичева Ю.Л., гуминовые вещества как природные сорбенты // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2010. - №2. – с. 21-25.
24. Исмазова Р. Р. Зиганшин А. У. Мусина Л. Т. Дмитрук С. Е. Антимикробная активность гумата натрия, выделенного из торфа // Казанский медицинский журнал.- 2007. - №5. - с. 493-499.
25. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
26. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г.
27. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
28. Сковорцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.
- 29.1. Генеральное соглашение между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством Российской Федерации на 2014 – 2016 годы
- 30.2. Захаров Л. Н. Техника безопасности в химических лабораториях. – Л.: Химия, 1985. – 184 с.
- 31.3. ГН 2.2.5.1313 – 03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 32.4. ГН 2.2.5.1338 – 03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 33.5. ГОСТ 12.1.007 – 76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 34.6. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 35.7. Назаренко О.Б. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. - 87 с.
- 36.8. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.– метод. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 144 с.
- 37.9. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение
- 38.10. ГОСТ 12.1.003– 14. Система стандартов безопасности труда. Шум.
- 39.11. ГОСТ 12.1.019 – 09. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

- 40.12. Пожарная безопасность. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности N 123-ФЗ.
- 41.13. Охрана окружающей среды: Учеб. Пособие для студентов вузов / Под ред. Белова С.В. – М.: Высш. Школа, 1983. – 264 с.
- 42.14. ГОСТ 17.1.3.05—82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
- 43.15. ГОСТ Р 22.0.02 – 94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

## Приложение А (обязательное)

Таблица А.1 – Оптическая плотность щелочных растворов ГК торфов месторождения «Газопроводное» в зависимости от длины волны и глубины залегания торфа

| Длина вол-<br>ны, нм | Глубина залегания торфа, см |       |       |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                      | 0-25                        | 25-50 | 50-75 | 75-100 | 100-125 | 125-150 | 150-175 | 175-200 | 200-225 | 225-250 | 250-275 | 275-300 | 300-325 |
| 200                  | 0,144                       | 0,291 | 0,03  | 0,158  | 0,276   | 0,195   | 0,224   | 0,278   | 0,119   | 0,105   | 0,0161  | 0,145   | 0,12    |
| 205                  | 0,14                        | 0,313 | 0,025 | 0,163  | 0,3     | 0,19    | 0,245   | 0,294   | 0,121   | 0,105   | 0,163   | 0,149   | 0,118   |
| 210                  | 0,138                       | 0,366 | 0,022 | 0,17   | 0,35    | 0,248   | 0,292   | 0,332   | 0,127   | 0,12    | 0,179   | 0,15    | 0,135   |
| 215                  | 0,02                        | 0,552 | 0,022 | 0,155  | 0,56    | 0,435   | 0,484   | 0,557   | 0,08    | 0,236   | 0,122   | 0,132   | 0,174   |
| 220                  | 0,026                       | 0,559 | 0,02  | 0,207  | 0,587   | 0,481   | 0,596   | 0,59    | 0,02    | 0,267   | 0,178   | 0,193   | 0,219   |
| 225                  | 0,182                       | 0,533 | 0,026 | 0,242  | 0,56    | 0,468   | 0,62    | 0,613   | 0,132   | 0,273   | 0,298   | 0,282   | 0,27    |
| 230                  | 0,297                       | 0,51  | 0,077 | 0,263  | 0,541   | 0,453   | 0,622   | 0,605   | 0,268   | 0,251   | 0,378   | 0,341   | 0,299   |
| 235                  | 0,348                       | 0,478 | 0,09  | 0,26   | 0,502   | 0,435   | 0,607   | 0,592   | 0,328   | 0,26    | 0,411   | 0,367   | 0,312   |
| 240                  | 0,359                       | 0,454 | 0,093 | 0,259  | 0,5     | 0,419   | 0,586   | 0,564   | 0,344   | 0,246   | 0,415   | 0,364   | 0,307   |
| 245                  | 0,35                        | 0,434 | 0,089 | 0,25   | 0,482   | 0,405   | 0,56    | 0,553   | 0,342   | 0,238   | 0,404   | 0,358   | 0,298   |
| 250                  | 0,34                        | 0,415 | 0,097 | 0,24   | 0,463   | 0,387   | 0,534   | 0,526   | 0,328   | 0,22    | 0,385   | 0,34    | 0,285   |
| 255                  | 0,328                       | 0,397 | 0,105 | 0,232  | 0,444   | 0,372   | 0,506   | 0,497   | 0,309   | 0,199   | 0,363   | 0,316   | 0,269   |
| 260                  | 0,316                       | 0,38  | 0,119 | 0,223  | 0,419   | 0,357   | 0,479   | 0,456   | 0,288   | 0,187   | 0,335   | 0,295   | 0,254   |
| 265                  | 0,304                       | 0,366 | 0,126 | 0,216  | 0,413   | 0,346   | 0,462   | 0,439   | 0,272   | 0,173   | 0,316   | 0,278   | 0,238   |
| 270                  | 0,293                       | 0,355 | 0,128 | 0,209  | 0,403   | 0,335   | 0,444   | 0,421   | 0,262   | 0,167   | 0,302   | 0,265   | 0,228   |
| 275                  | 0,283                       | 0,346 | 0,13  | 0,203  | 0,39    | 0,327   | 0,43    | 0,407   | 0,256   | 0,161   | 0,296   | 0,259   | 0,223   |
| 280                  | 0,278                       | 0,335 | 0,131 | 0,198  | 0,37    | 0,318   | 0,417   | 0,391   | 0,25    | 0,16    | 0,287   | 0,253   | 0,22    |
| 285                  | 0,27                        | 0,323 | 0,131 | 0,192  | 0,367   | 0,307   | 0,404   | 0,377   | 0,246   | 0,156   | 0,282   | 0,25    | 0,214   |
| 290                  | 0,262                       | 0,315 | 0,126 | 0,185  | 0,354   | 0,296   | 0,39    | 0,376   | 0,241   | 0,154   | 0,277   | 0,242   | 0,209   |
| 295                  | 0,252                       | 0,3   | 0,124 | 0,174  | 0,336   | 0,284   | 0,375   | 0,356   | 0,235   | 0,151   | 0,269   | 0,238   | 0,202   |
| 300                  | 0,243                       | 0,285 | 0,12  | 0,167  | 0,326   | 0,271   | 0,36    | 0,346   | 0,229   | 0,148   | 0,259   | 0,23    | 0,197   |
| 305                  | 0,232                       | 0,274 | 0,12  | 0,162  | 0,308   | 0,261   | 0,35    | 0,339   | 0,221   | 0,145   | 0,25    | 0,221   | 0,189   |

Продолжение таблицы А.1

|     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 310 | 0,224 | 0,261 | 0,116 | 0,155 | 0,3   | 0,249 | 0,331 | 0,321 | 0,213 | 0,136 | 0,242 | 0,213  | 0,183 |
| 315 | 0,214 | 0,251 | 0,113 | 0,149 | 0,287 | 0,24  | 0,319 | 0,309 | 0,205 | 0,13  | 0,235 | 0,207  | 0,173 |
| 320 | 0,209 | 0,241 | 0,11  | 0,141 | 0,278 | 0,23  | 0,307 | 0,303 | 0,199 | 0,125 | 0,225 | 0,2    | 0,168 |
| 325 | 0,202 | 0,233 | 0,098 | 0,136 | 0,269 | 0,222 | 0,296 | 0,295 | 0,192 | 0,12  | 0,214 | 0,193  | 0,162 |
| 330 | 0,195 | 0,224 | 0,095 | 0,132 | 0,255 | 0,213 | 0,286 | 0,281 | 0,186 | 0,113 | 0,212 | 0,188  | 0,157 |
| 335 | 0,189 | 0,213 | 0,093 | 0,127 | 0,245 | 0,205 | 0,274 | 0,272 | 0,179 | 0,105 | 0,206 | 0,182  | 0,152 |
| 340 | 0,182 | 0,206 | 0,091 | 0,119 | 0,238 | 0,196 | 0,263 | 0,25  | 0,174 | 0,097 | 0,195 | 0,175  | 0,146 |
| 345 | 0,175 | 0,195 | 0,09  | 0,116 | 0,223 | 0,189 | 0,251 | 0,25  | 0,166 | 0,1   | 0,188 | 0,168  | 0,139 |
| 350 | 0,169 | 0,189 | 0,087 | 0,112 | 0,221 | 0,181 | 0,24  | 0,24  | 0,161 | 0,094 | 0,181 | 0,161  | 0,133 |
| 355 | 0,162 | 0,18  | 0,085 | 0,107 | 0,205 | 0,174 | 0,23  | 0,23  | 0,153 | 0,088 | 0,171 | 0,152  | 0,126 |
| 360 | 0,155 | 0,172 | 0,079 | 0,102 | 0,202 | 0,166 | 0,219 | 0,218 | 0,146 | 0,087 | 0,164 | 0,143  | 0,12  |
| 365 | 0,148 | 0,164 | 0,077 | 0,098 | 0,193 | 0,159 | 0,209 | 0,204 | 0,14  | 0,077 | 0,155 | 0,137  | 0,113 |
| 370 | 0,141 | 0,154 | 0,074 | 0,091 | 0,184 | 0,152 | 0,199 | 0,197 | 0,132 | 0,077 | 0,145 | 0,129  | 0,108 |
| 375 | 0,136 | 0,146 | 0,073 | 0,088 | 0,176 | 0,146 | 0,19  | 0,187 | 0,126 | 0,064 | 0,137 | 0,12   | 0,1   |
| 380 | 0,128 | 0,139 | 0,069 | 0,081 | 0,167 | 0,139 | 0,181 | 0,177 | 0,119 | 0,062 | 0,13  | 0,113  | 0,095 |
| 385 | 0,121 | 0,131 | 0,064 | 0,078 | 0,16  | 0,133 | 0,172 | 0,164 | 0,113 | 0,057 | 0,123 | 0,108  | 0,094 |
| 390 | 0,155 | 0,124 | 0,061 | 0,075 | 0,146 | 0,126 | 0,163 | 0,156 | 0,108 | 0,057 | 0,116 | 0,103  | 0,085 |
| 395 | 0,11  | 0,117 | 0,058 | 0,075 | 0,145 | 0,12  | 0,156 | 0,151 | 0,104 | 0,057 | 0,109 | 0,097  | 0,085 |
| 400 | 0,105 | 0,11  | 0,053 | 0,069 | 0,138 | 0,115 | 0,148 | 0,144 | 0,098 | 0,053 | 0,105 | 0,093  | 0,077 |
| 405 | 0,115 | 0,093 | 0,037 | 0,068 | 0,125 | 0,109 | 0,141 | 0,133 | 0,108 | 0,047 | 0,1   | 0,092  | 0,069 |
| 410 | 0,109 | 0,087 | 0,037 | 0,049 | 0,122 | 0,104 | 0,133 | 0,123 | 0,104 | 0,045 | 0,097 | 0,088  | 0,066 |
| 415 | 0,104 | 0,083 | 0,034 | 0,045 | 0,114 | 0,099 | 0,126 | 0,113 | 0,103 | 0,041 | 0,091 | 0,0858 | 0,064 |
| 420 | 0,1   | 0,079 | 0,029 | 0,042 | 0,106 | 0,094 | 0,119 | 0,109 | 0,095 | 0,041 | 0,084 | 0,081  | 0,057 |
| 425 | 0,095 | 0,074 | 0,025 | 0,04  | 0,103 | 0,09  | 0,113 | 0,102 | 0,09  | 0,041 | 0,084 | 0,077  | 0,057 |
| 430 | 0,094 | 0,07  | 0,023 | 0,036 | 0,094 | 0,086 | 0,106 | 0,095 | 0,089 | 0,037 | 0,08  | 0,073  | 0,055 |
| 435 | 0,088 | 0,066 | 0,02  | 0,033 | 0,093 | 0,082 | 0,102 | 0,088 | 0,085 | 0,036 | 0,075 | 0,069  | 0,05  |
| 440 | 0,086 | 0,066 | 0,019 | 0,033 | 0,085 | 0,078 | 0,097 | 0,086 | 0,082 | 0,031 | 0,069 | 0,065  | 0,046 |
| 445 | 0,083 | 0,059 | 0,018 | 0,03  | 0,085 | 0,074 | 0,091 | 0,08  | 0,081 | 0,03  | 0,067 | 0,054  | 0,045 |

Продолжение таблицы А.1

|     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 450 | 0,08  | 0,056 | 0,015 | 0,027 | 0,081 | 0,072 | 0,088 | 0,075 | 0,076 | 0,03  | 0,065 | 0,056 | 0,043 |
| 455 | 0,079 | 0,053 | 0,014 | 0,026 | 0,073 | 0,075 | 0,084 | 0,072 | 0,071 | 0,026 | 0,062 | 0,055 | 0,037 |
| 460 | 0,074 | 0,052 | 0,013 | 0,025 | 0,074 | 0,06  | 0,081 | 0,066 | 0,069 | 0,024 | 0,059 | 0,053 | 0,035 |
| 465 | 0,073 | 0,051 | 0,012 | 0,023 | 0,07  | 0,064 | 0,077 | 0,063 | 0,065 | 0,024 | 0,055 | 0,05  | 0,036 |
| 470 | 0,07  | 0,044 | 0,012 | 0,023 | 0,068 | 0,061 | 0,074 | 0,059 | 0,064 | 0,024 | 0,054 | 0,049 | 0,033 |
| 475 | 0,067 | 0,043 | 0,012 | 0,023 | 0,064 | 0,058 | 0,07  | 0,057 | 0,063 | 0,023 | 0,051 | 0,045 | 0,032 |
| 480 | 0,066 | 0,04  | 0,012 | 0,023 | 0,06  | 0,056 | 0,067 | 0,055 | 0,058 | 0,023 | 0,048 | 0,043 | 0,031 |
| 485 | 0,065 | 0,038 | 0,012 | 0,022 | 0,055 | 0,054 | 0,064 | 0,051 | 0,056 | 0,023 | 0,046 | 0,043 | 0,03  |
| 490 | 0,063 | 0,036 | 0,012 | 0,022 | 0,052 | 0,052 | 0,062 | 0,047 | 0,053 | 0,023 | 0,044 | 0,043 | 0,029 |
| 495 | 0,061 | 0,034 | 0,011 | 0,021 | 0,051 | 0,05  | 0,06  | 0,045 | 0,051 | 0,022 | 0,042 | 0,039 | 0,027 |
| 500 | 0,059 | 0,03  | 0,011 | 0,021 | 0,05  | 0,048 | 0,057 | 0,042 | 0,051 | 0,022 | 0,039 | 0,037 | 0,026 |
| 505 | 0,056 | 0,029 | 0,011 | 0,021 | 0,048 | 0,046 | 0,05  | 0,04  | 0,052 | 0,022 | 0,037 | 0,034 | 0,025 |
| 510 | 0,055 | 0,027 | 0,011 | 0,021 | 0,046 | 0,045 | 0,053 | 0,04  | 0,051 | 0,021 | 0,036 | 0,032 | 0,024 |
| 515 | 0,054 | 0,026 | 0,01  | 0,02  | 0,044 | 0,043 | 0,051 | 0,04  | 0,05  | 0,021 | 0,035 | 0,034 | 0,02  |
| 520 | 0,052 | 0,025 | 0,01  | 0,02  | 0,042 | 0,041 | 0,05  | 0,04  | 0,049 | 0,021 | 0,032 | 0,032 | 0,02  |
| 525 | 0,05  | 0,023 | 0,01  | 0,02  | 0,038 | 0,04  | 0,048 | 0,039 | 0,047 | 0,02  | 0,032 | 0,029 | 0,02  |
| 530 | 0,049 | 0,021 | 0,01  | 0,02  | 0,035 | 0,038 | 0,045 | 0,039 | 0,046 | 0,02  | 0,031 | 0,029 | 0,019 |
| 535 | 0,048 | 0,02  | 0,009 | 0,019 | 0,033 | 0,037 | 0,043 | 0,039 | 0,046 | 0,019 | 0,031 | 0,029 | 0,018 |
| 540 | 0,046 | 0,02  | 0,009 | 0,019 | 0,032 | 0,036 | 0,041 | 0,038 | 0,045 | 0,019 | 0,029 | 0,029 | 0,018 |
| 545 | 0,045 | 0,019 | 0,009 | 0,018 | 0,03  | 0,035 | 0,04  | 0,038 | 0,043 | 0,019 | 0,027 | 0,025 | 0,017 |
| 550 | 0,042 | 0,019 | 0,009 | 0,018 | 0,03  | 0,033 | 0,038 | 0,036 | 0,042 | 0,018 | 0,026 | 0,024 | 0,017 |
| 555 | 0,042 | 0,019 | 0,009 | 0,018 | 0,031 | 0,032 | 0,037 | 0,036 | 0,041 | 0,018 | 0,026 | 0,024 | 0,017 |
| 560 | 0,041 | 0,018 | 0,008 | 0,017 | 0,03  | 0,031 | 0,036 | 0,036 | 0,041 | 0,017 | 0,026 | 0,024 | 0,016 |
| 565 | 0,039 | 0,018 | 0,008 | 0,017 | 0,028 | 0,03  | 0,035 | 0,035 | 0,041 | 0,017 | 0,02  | 0,024 | 0,016 |
| 570 | 0,039 | 0,018 | 0,008 | 0,017 | 0,027 | 0,028 | 0,033 | 0,035 | 0,04  | 0,018 | 0,02  | 0,023 | 0,014 |
| 575 | 0,039 | 0,018 | 0,008 | 0,016 | 0,026 | 0,027 | 0,032 | 0,034 | 0,037 | 0,018 | 0,02  | 0,023 | 0,014 |
| 580 | 0,037 | 0,019 | 0,008 | 0,016 | 0,024 | 0,027 | 0,03  | 0,034 | 0,035 | 0,016 | 0,018 | 0,022 | 0,014 |
| 585 | 0,035 | 0,018 | 0,007 | 0,015 | 0,023 | 0,026 | 0,029 | 0,033 | 0,033 | 0,016 | 0,018 | 0,021 | 0,013 |

Продолжение таблицы А.1

|     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 590 | 0,035 | 0,017 | 0,007 | 0,015 | 0,022 | 0,024 | 0,028 | 0,032 | 0,033 | 0,015 | 0,018 | 0,02  | 0,013 |
| 595 | 0,034 | 0,017 | 0,007 | 0,014 | 0,021 | 0,024 | 0,027 | 0,032 | 0,031 | 0,015 | 0,017 | 0,02  | 0,012 |
| 600 | 0,031 | 0,017 | 0,007 | 0,014 | 0,018 | 0,023 | 0,026 | 0,029 | 0,031 | 0,014 | 0,017 | 0,021 | 0,012 |
| 605 | 0,031 | 0,017 | 0,007 | 0,013 | 0,016 | 0,022 | 0,025 | 0,029 | 0,031 | 0,014 | 0,017 | 0,021 | 0,011 |
| 610 | 0,03  | 0,016 | 0,006 | 0,013 | 0,018 | 0,022 | 0,024 | 0,028 | 0,029 | 0,014 | 0,017 | 0,021 | 0,01  |
| 615 | 0,028 | 0,016 | 0,006 | 0,012 | 0,018 | 0,021 | 0,023 | 0,027 | 0,027 | 0,012 | 0,017 | 0,021 | 0,01  |
| 620 | 0,026 | 0,016 | 0,006 | 0,011 | 0,017 | 0,021 | 0,023 | 0,026 | 0,025 | 0,012 | 0,017 | 0,019 | 0,01  |
| 625 | 0,024 | 0,015 | 0,006 | 0,009 | 0,017 | 0,02  | 0,022 | 0,026 | 0,024 | 0,011 | 0,017 | 0,019 | 0,01  |
| 630 | 0,022 | 0,015 | 0,005 | 0,009 | 0,016 | 0,019 | 0,02  | 0,024 | 0,022 | 0,011 | 0,017 | 0,019 | 0,009 |
| 635 | 0,02  | 0,015 | 0,005 | 0,008 | 0,016 | 0,018 | 0,02  | 0,023 | 0,022 | 0,01  | 0,017 | 0,019 | 0,009 |
| 640 | 0,018 | 0,014 | 0,004 | 0,008 | 0,016 | 0,018 | 0,019 | 0,022 | 0,02  | 0,009 | 0,013 | 0,018 | 0,009 |
| 645 | 0,016 | 0,014 | 0,004 | 0,007 | 0,016 | 0,016 | 0,018 | 0,02  | 0,019 | 0,008 | 0,012 | 0,017 | 0,009 |
| 650 | 0,016 | 0,013 | 0,004 | 0,007 | 0,015 | 0,016 | 0,018 | 0,018 | 0,017 | 0,008 | 0,012 | 0,016 | 0,009 |
| 655 | 0,015 | 0,013 | 0,003 | 0,006 | 0,015 | 0,015 | 0,017 | 0,016 | 0,015 | 0,007 | 0,012 | 0,015 | 0,008 |
| 660 | 0,015 | 0,013 | 0,003 | 0,006 | 0,015 | 0,015 | 0,016 | 0,015 | 0,014 | 0,006 | 0,021 | 0,013 | 0,007 |
| 665 | 0,015 | 0,012 | 0,003 | 0,005 | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,014 | 0,014 | 0,006 | 0,012 | 0,012 | 0,007 |
| 670 | 0,014 | 0,012 | 0,002 | 0,005 | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,014 | 0,013 | 0,005 | 0,01  | 0,012 | 0,006 |
| 675 | 0,014 | 0,012 | 0,002 | 0,004 | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,013 | 0,013 | 0,005 | 0,01  | 0,012 | 0,005 |
| 680 | 0,014 | 0,011 | 0,002 | 0,004 | 0,013 | 0,013 | 0,014 | 0,013 | 0,013 | 0,005 | 0,009 | 0,011 | 0,005 |
| 685 | 0,013 | 0,01  | 0,001 | 0,003 | 0,013 | 0,013 | 0,014 | 0,013 | 0,012 | 0,004 | 0,008 | 0,011 | 0,004 |
| 690 | 0,011 | 0,01  | 0,001 | 0,002 | 0,013 | 0,012 | 0,013 | 0,012 | 0,012 | 0,004 | 0,008 | 0,011 | 0,003 |
| 695 | 0,011 | 0,009 | 0,001 | 0,001 | 0,012 | 0,012 | 0,013 | 0,012 | 0,012 | 0,003 | 0,008 | 0,01  | 0,002 |
| 700 | 0,011 | 0,009 | 0,001 | 0,001 | 0,012 | 0,012 | 0,013 | 0,012 | 0,012 | 0,003 | 0,008 | 0,009 | 0,002 |

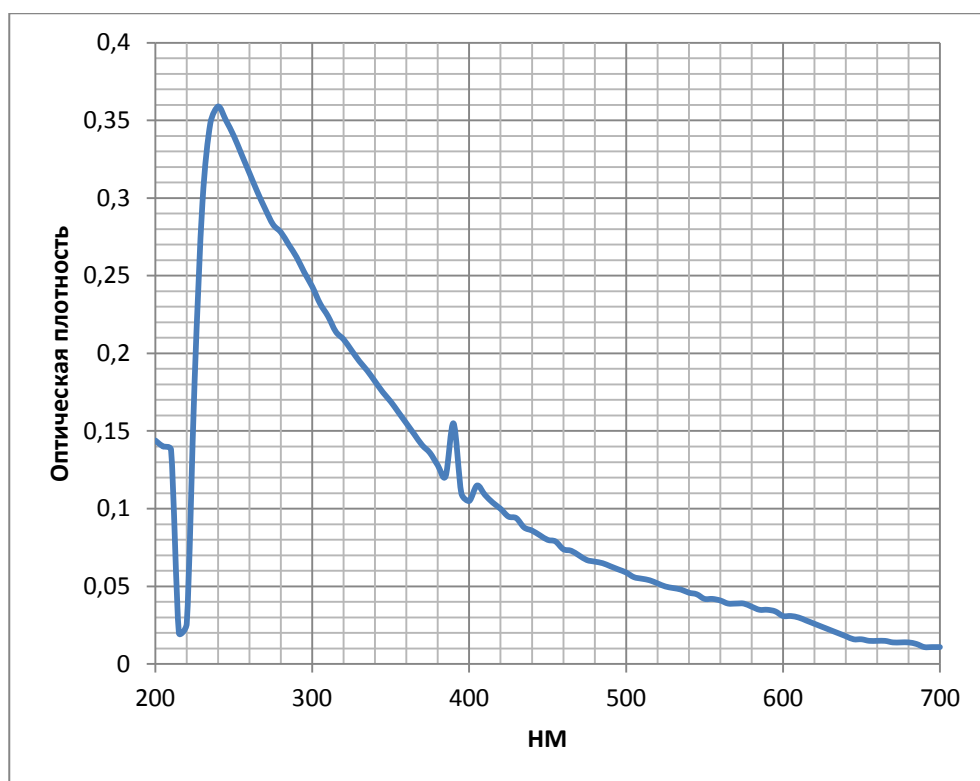


Рисунок А.1 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное».

Глубина залегания 0-25 см.

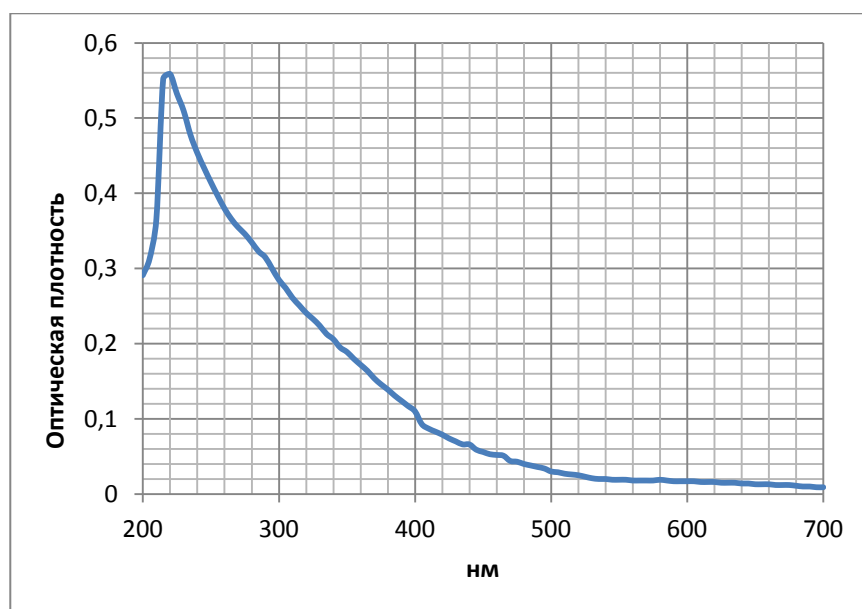


Рисунок А.2 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное».

Глубина залегания 25-50 см.

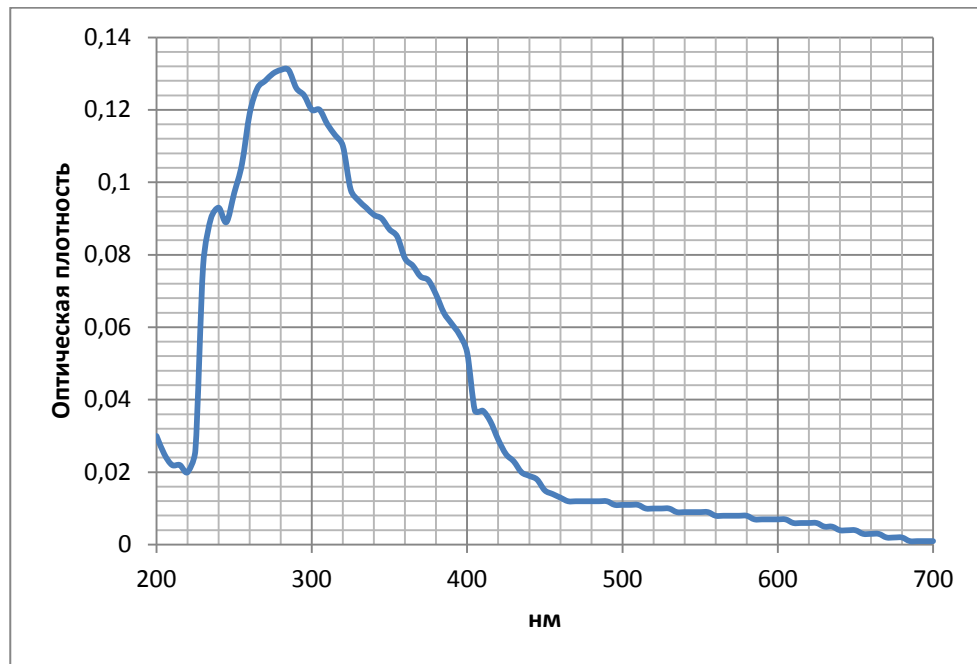


Рисунок А.3 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 50-75 см.

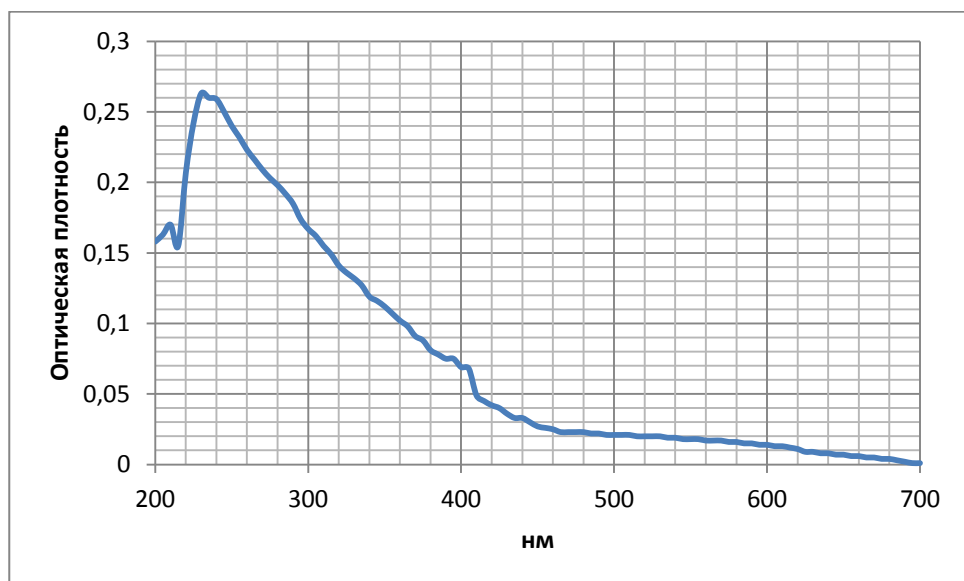


Рисунок А.4 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 75-100 см.

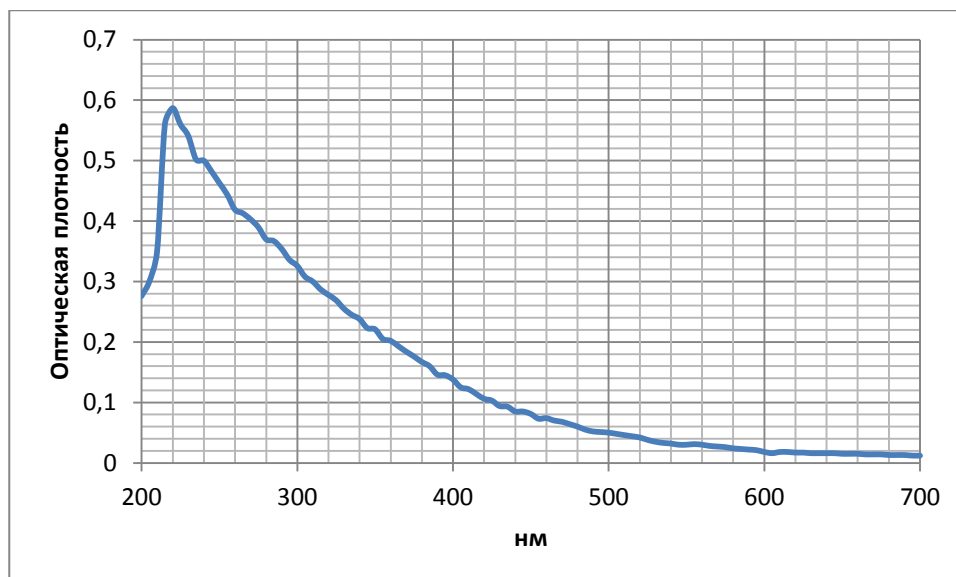


Рисунок А.5 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 100-125 см.

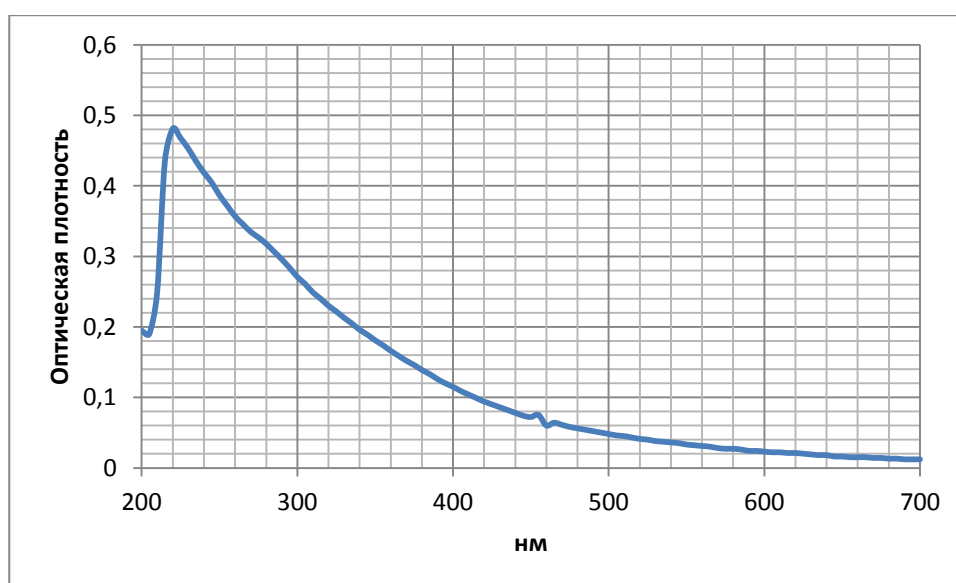


Рисунок А.6 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 125-150 см

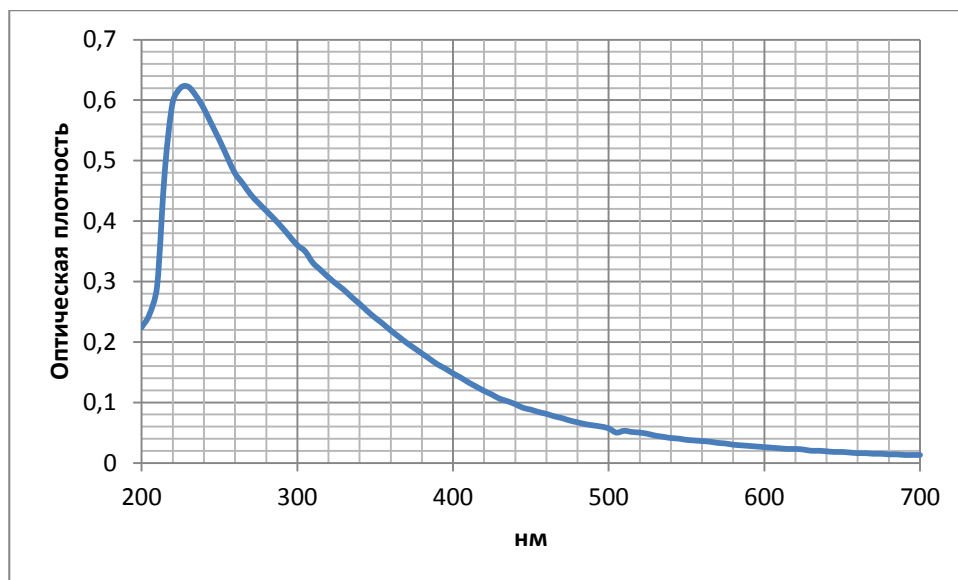


Рисунок А.7 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 150-175 см

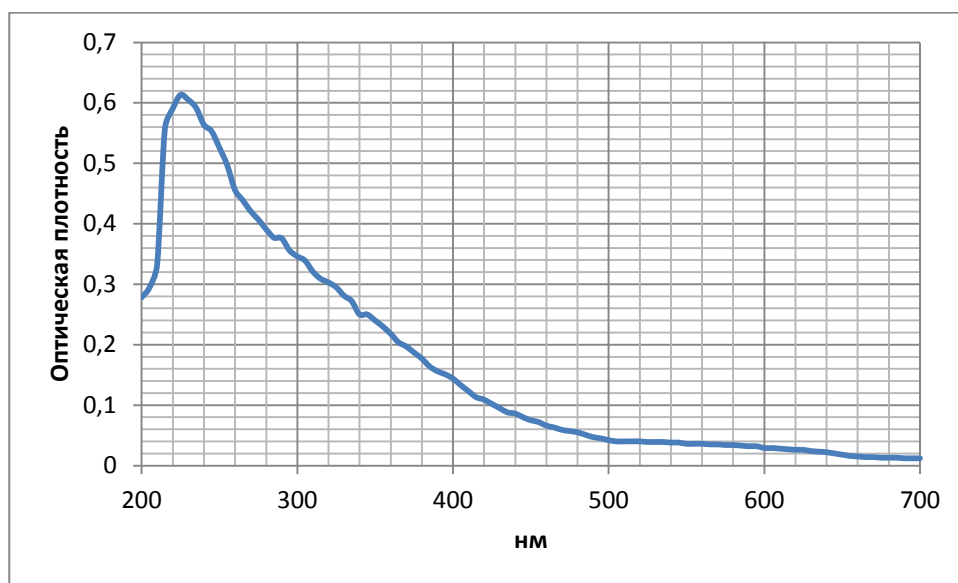


Рисунок А.8 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 175-200 см

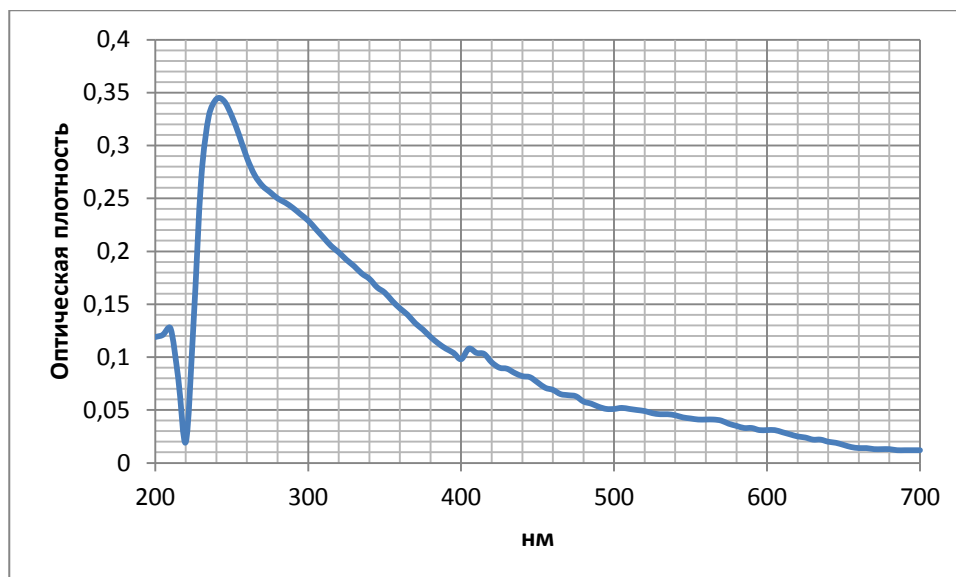


Рисунок А.9 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 200-225 см

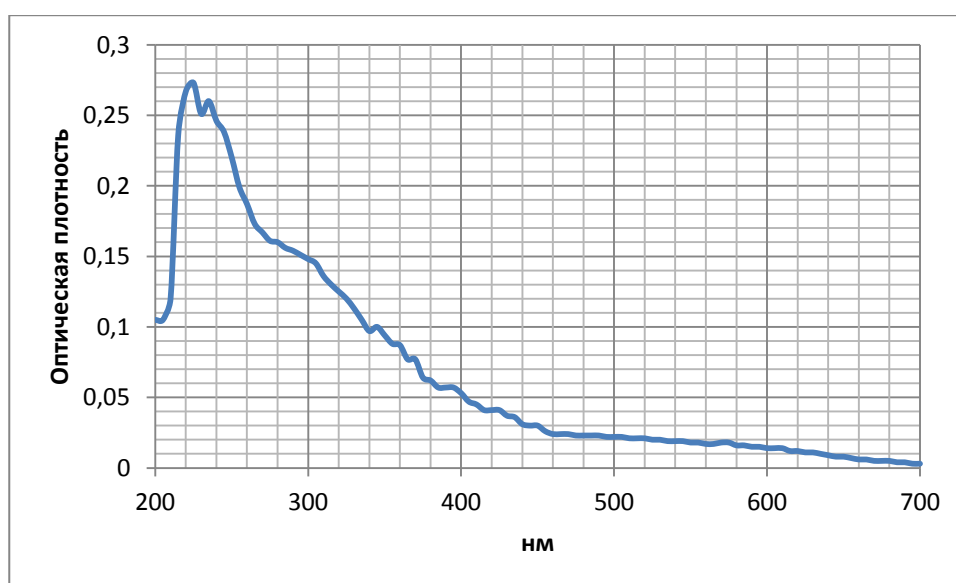


Рисунок А.10 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 225-250 см

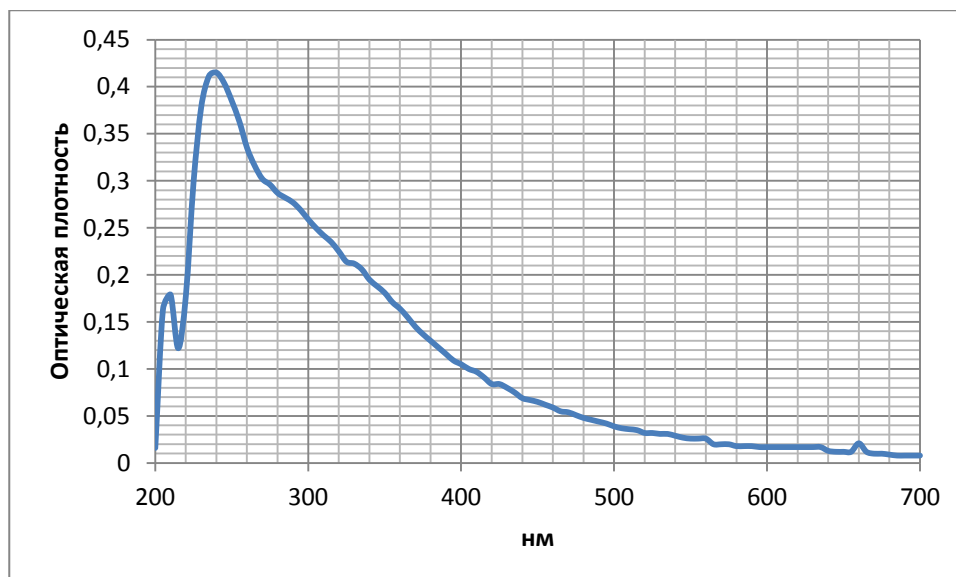


Рисунок А.11 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 250-275 см

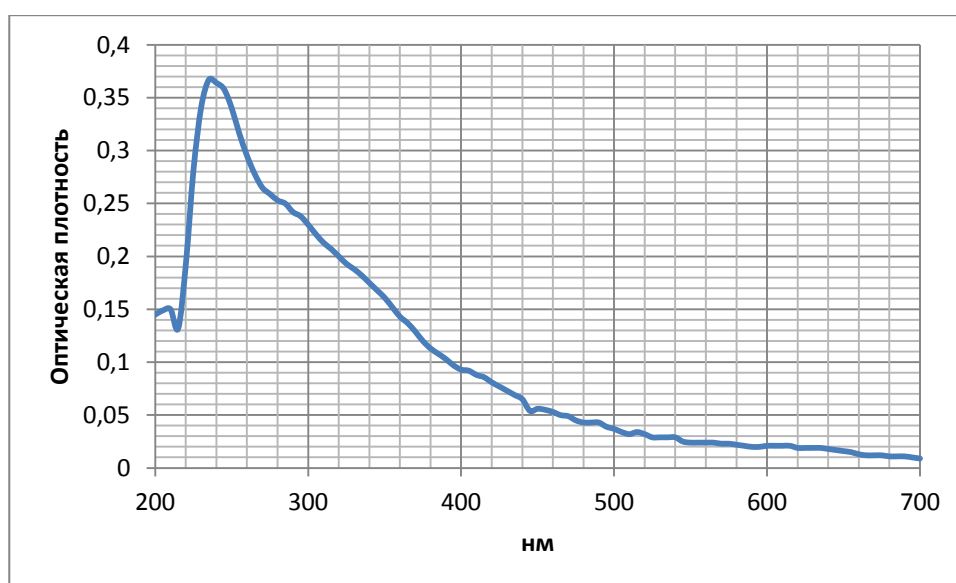


Рисунок А.12 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 275-300 см

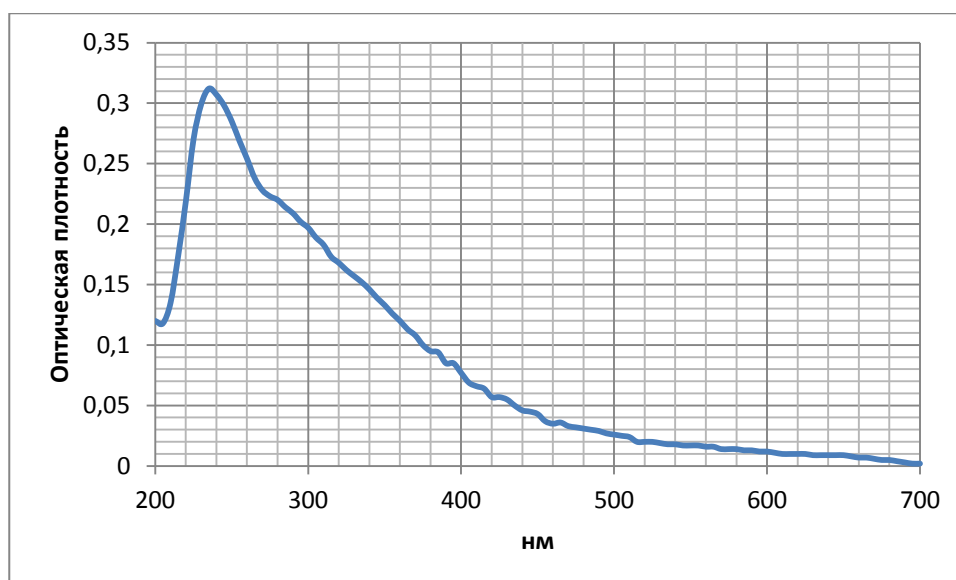


Рисунок А.13 - УФ-спектр ГК торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 275-300 см

## Приложение Б (обязательное)

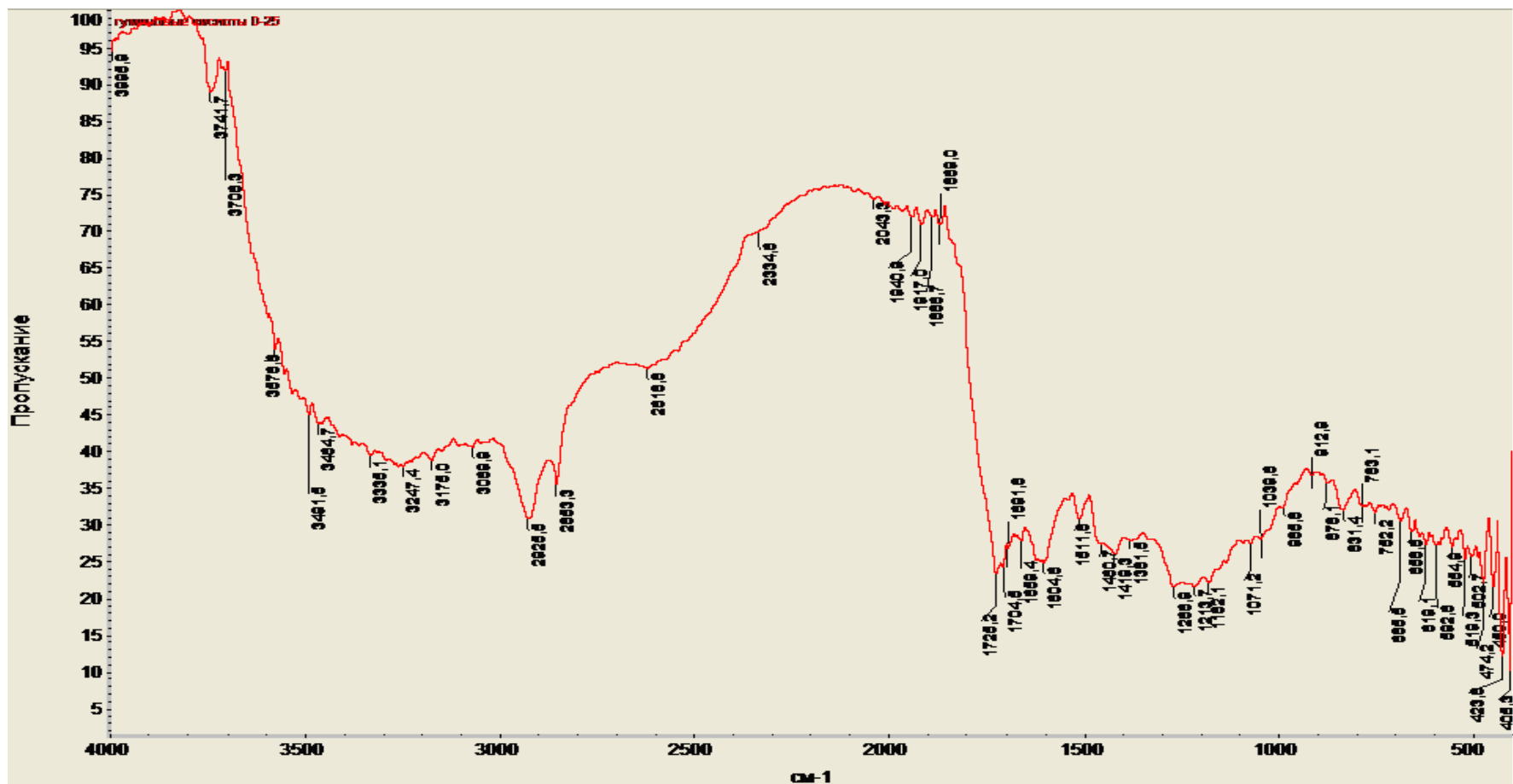


Рисунок Б.1 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 0-25 см

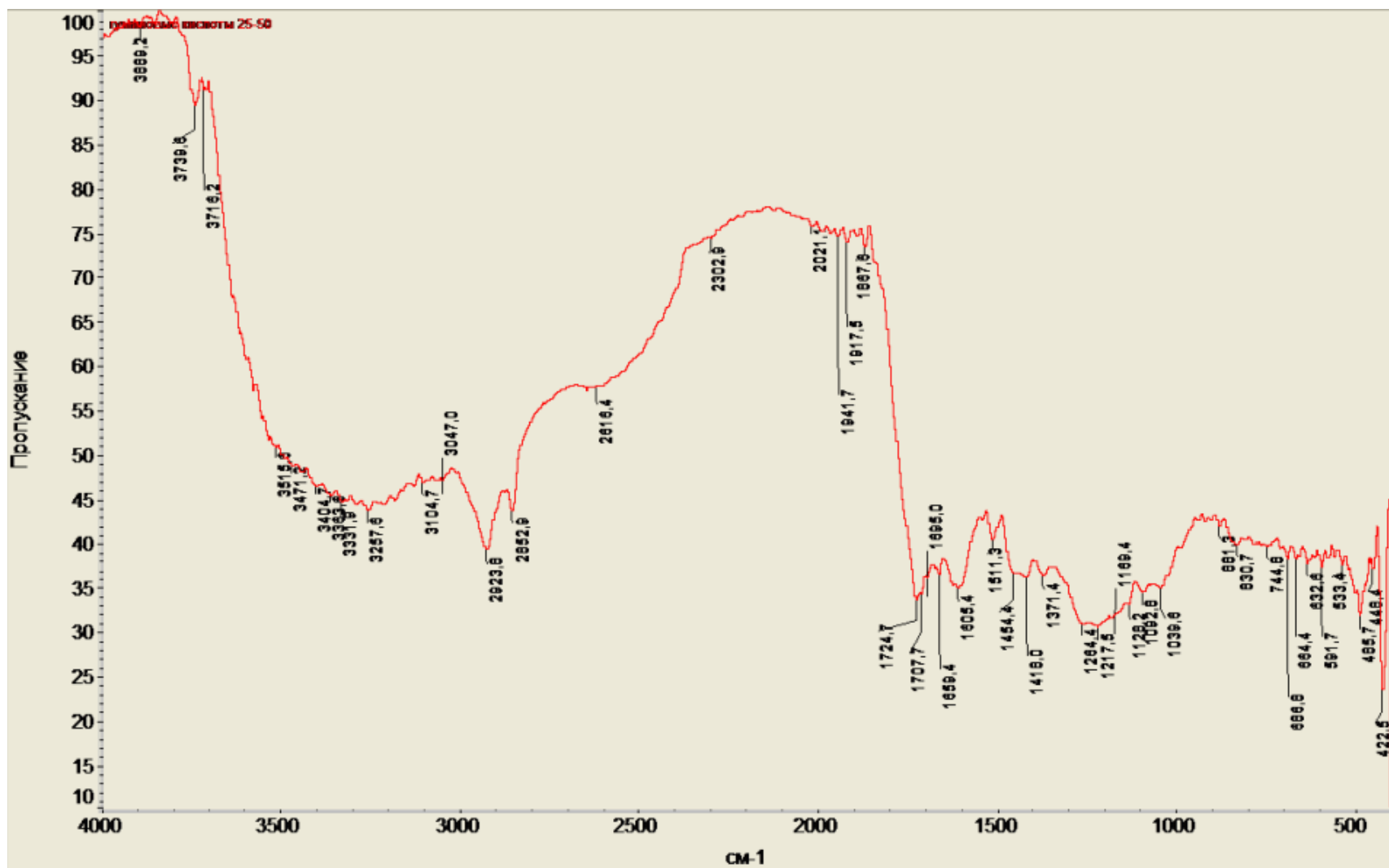


Рисунок Б.2 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 25-50 см

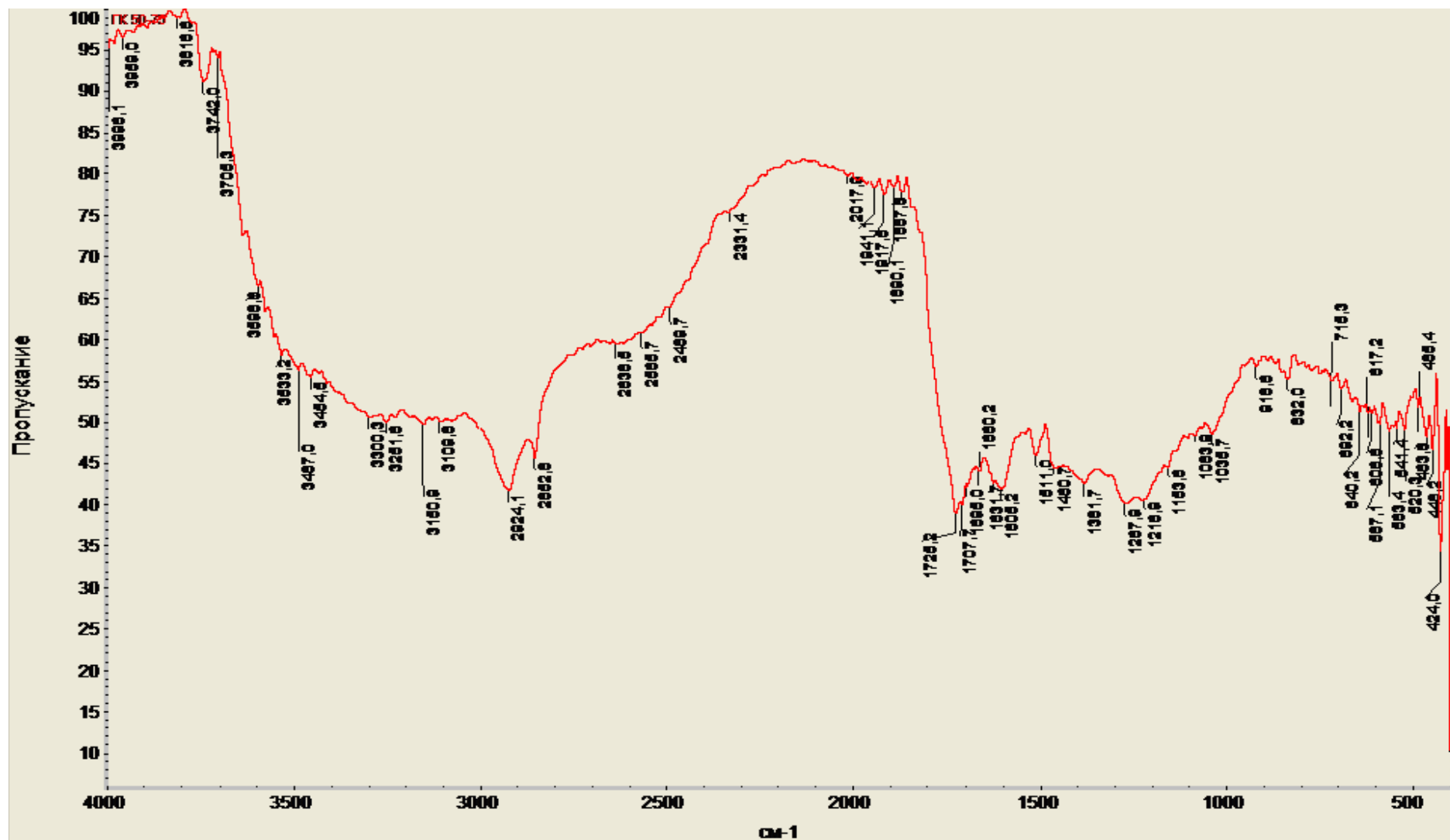


Рисунок Б.3 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 50-75 см

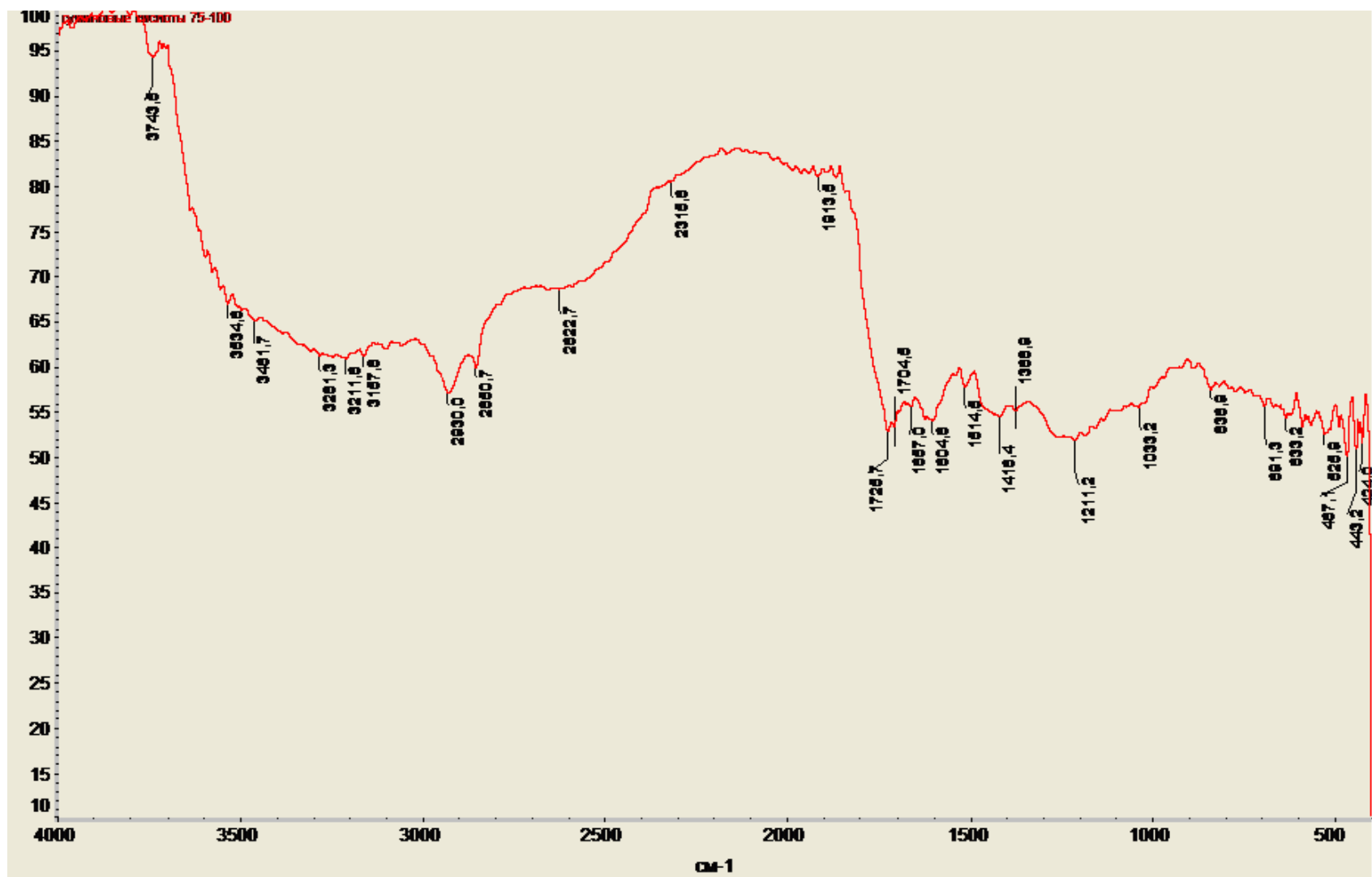
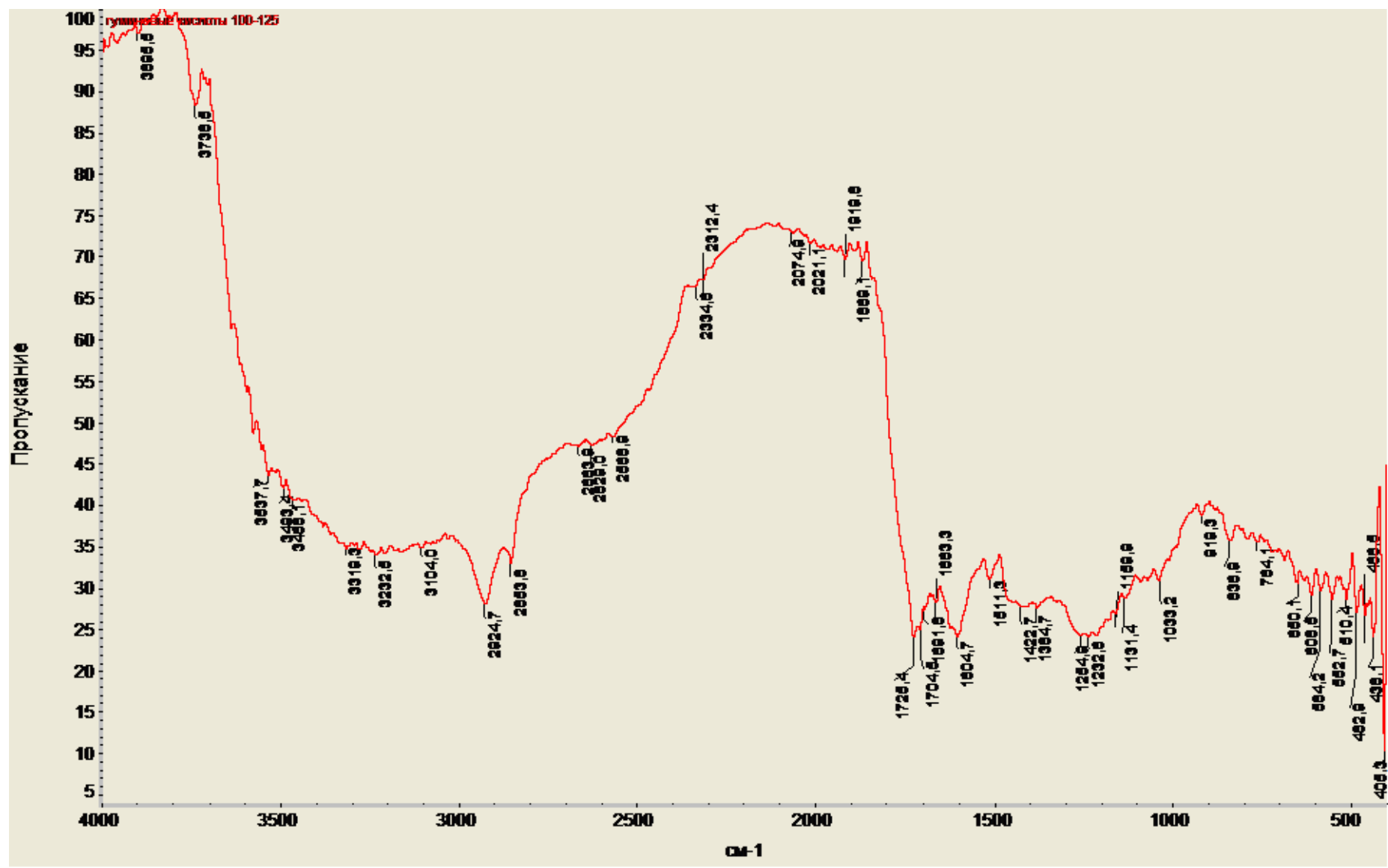
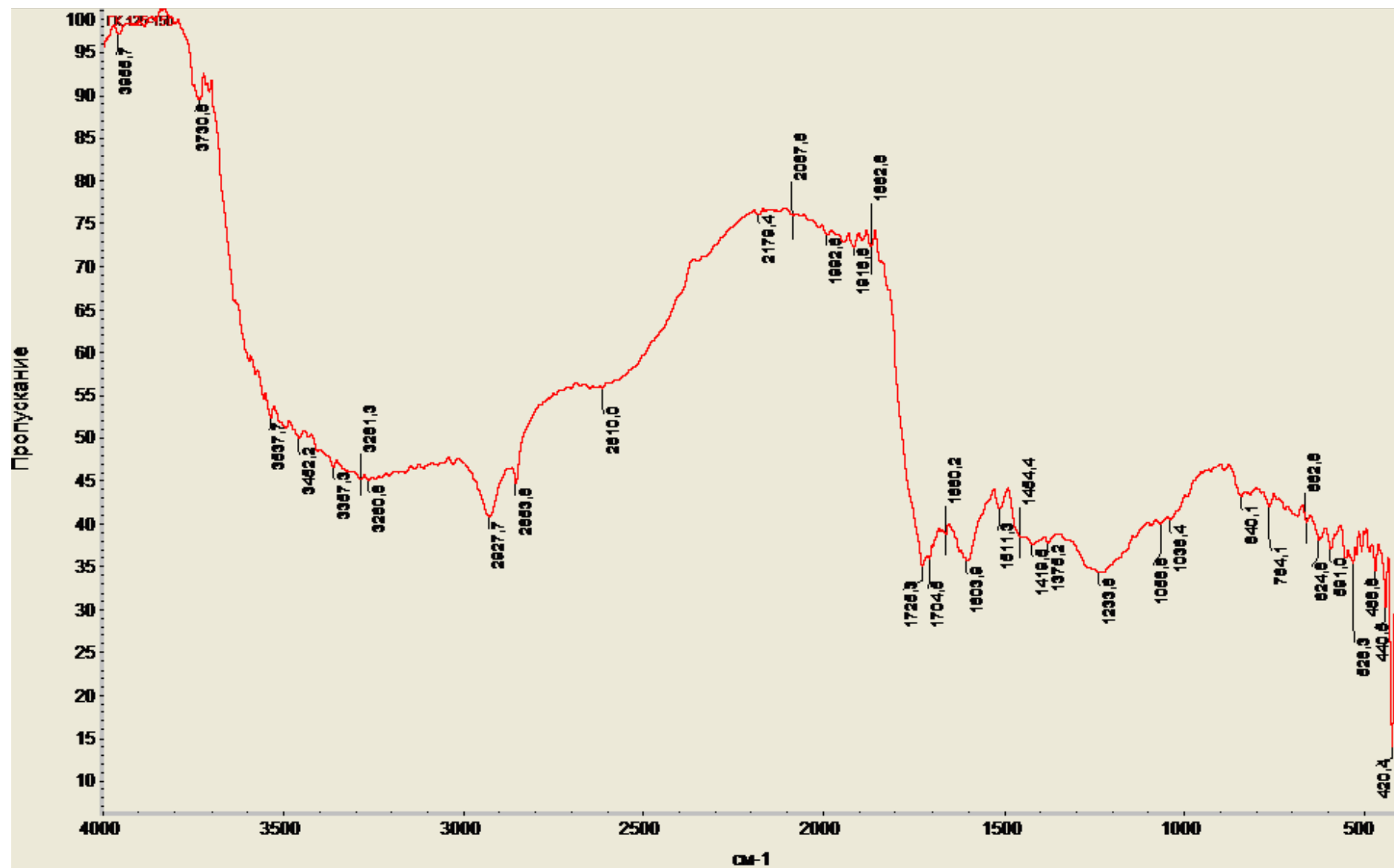


Рисунок Б.4 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 75-100 см



Рису-

нок Б.5 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 100-125 см



Ри-

сунок Б.6 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 125-150см

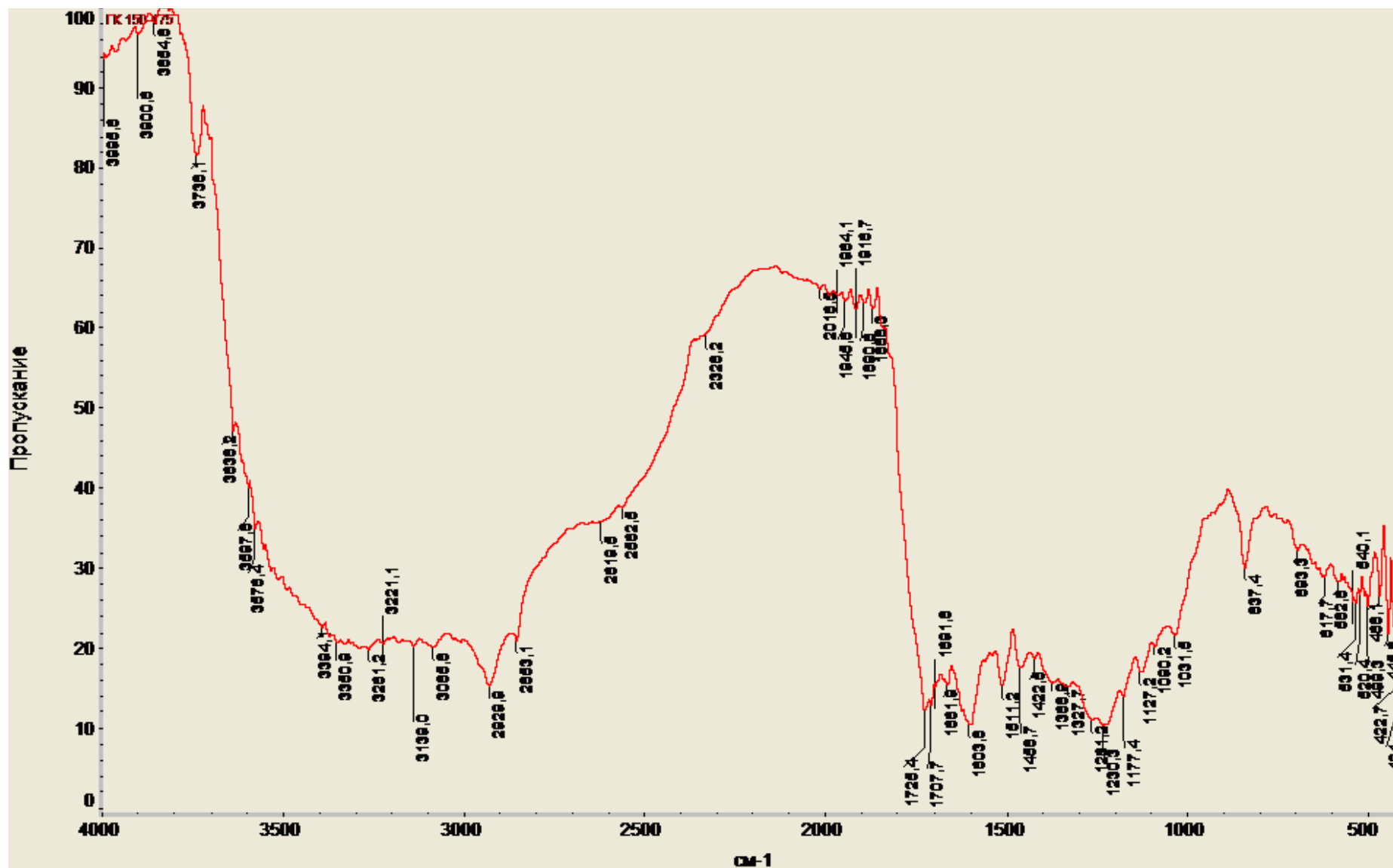


Рисунок Б.7 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 150-175 см

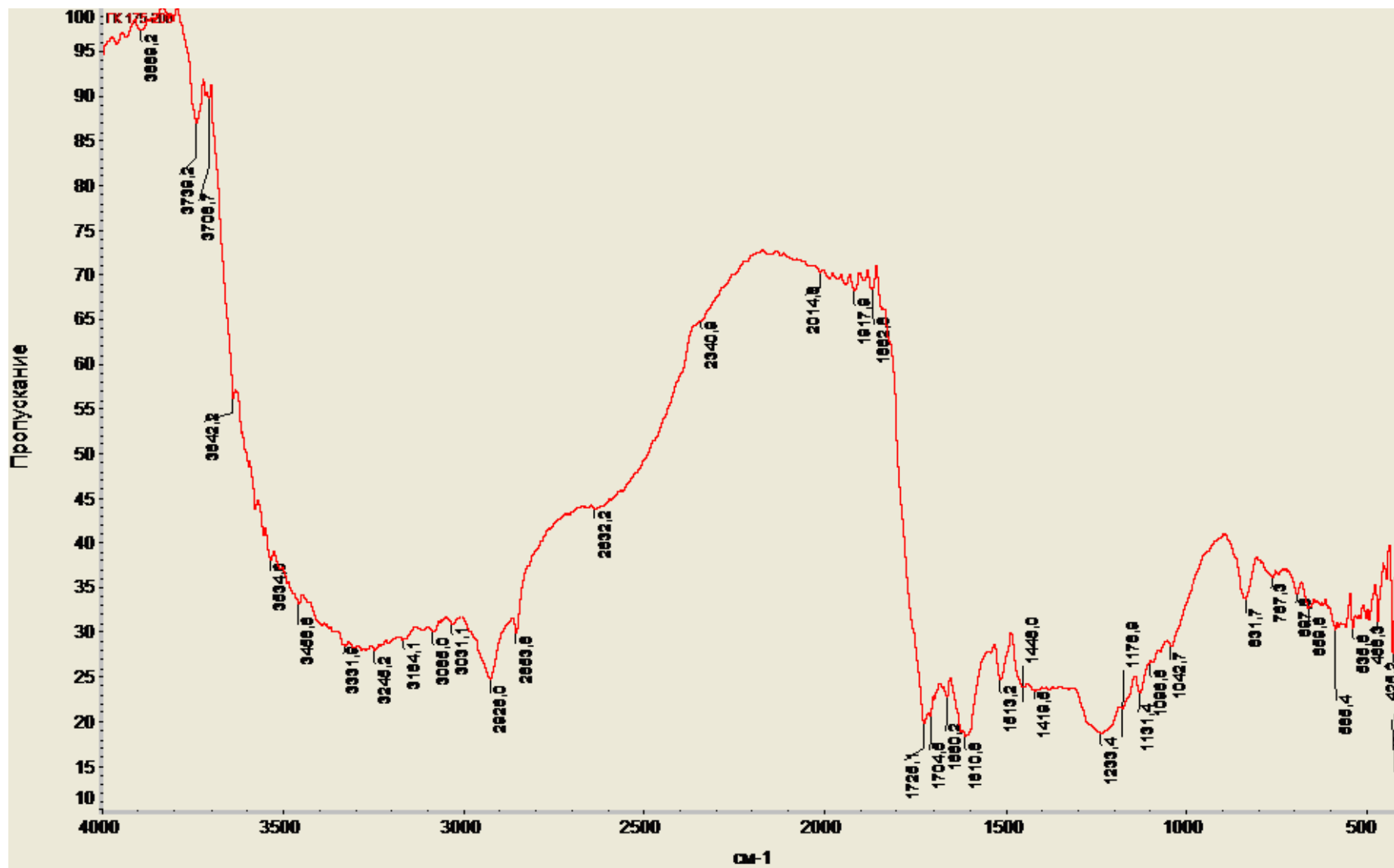


Рисунок Б.8 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 175-200 см

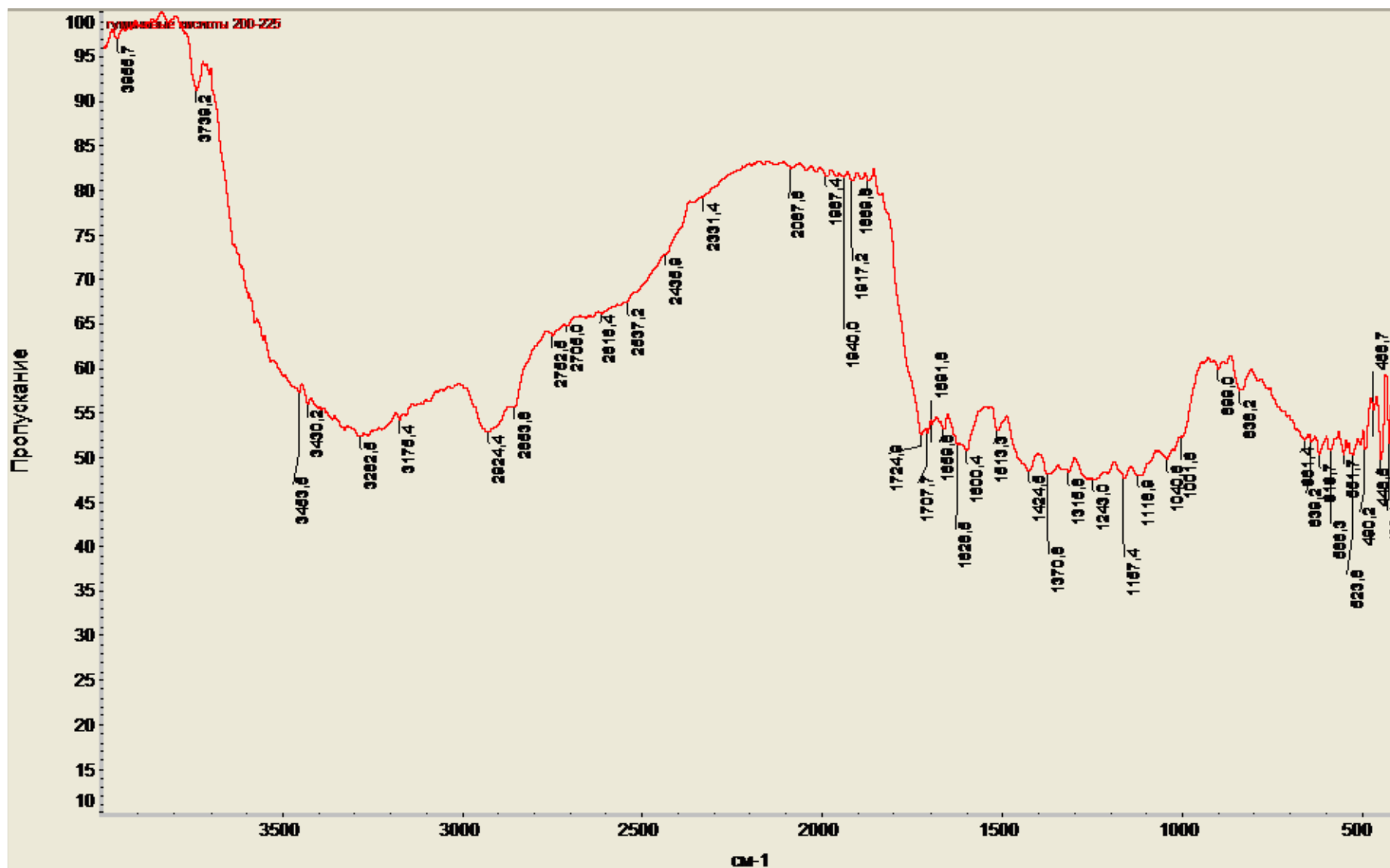


Рисунок Б.9 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 200-225 см

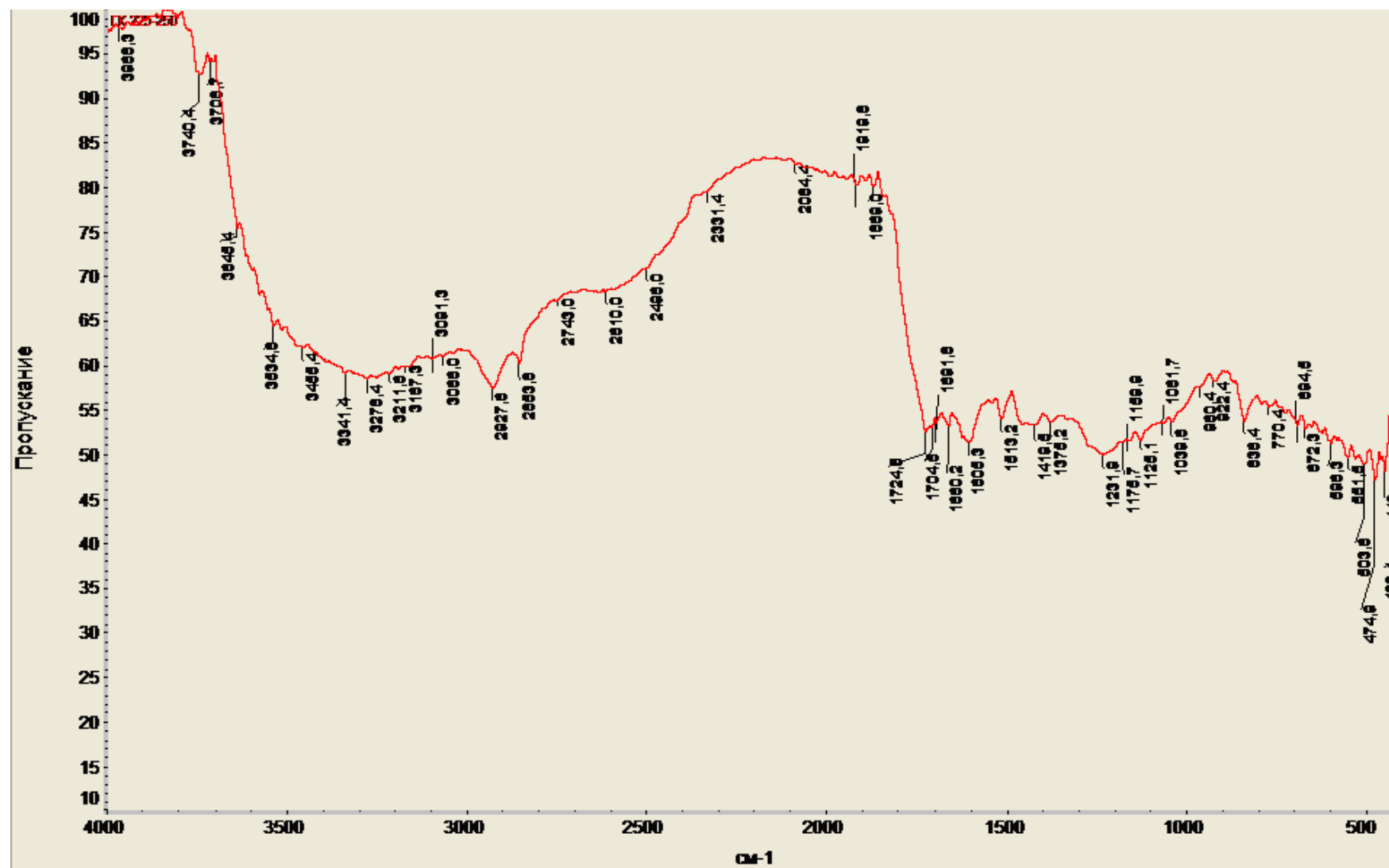


Рисунок Б.10 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 225-250см

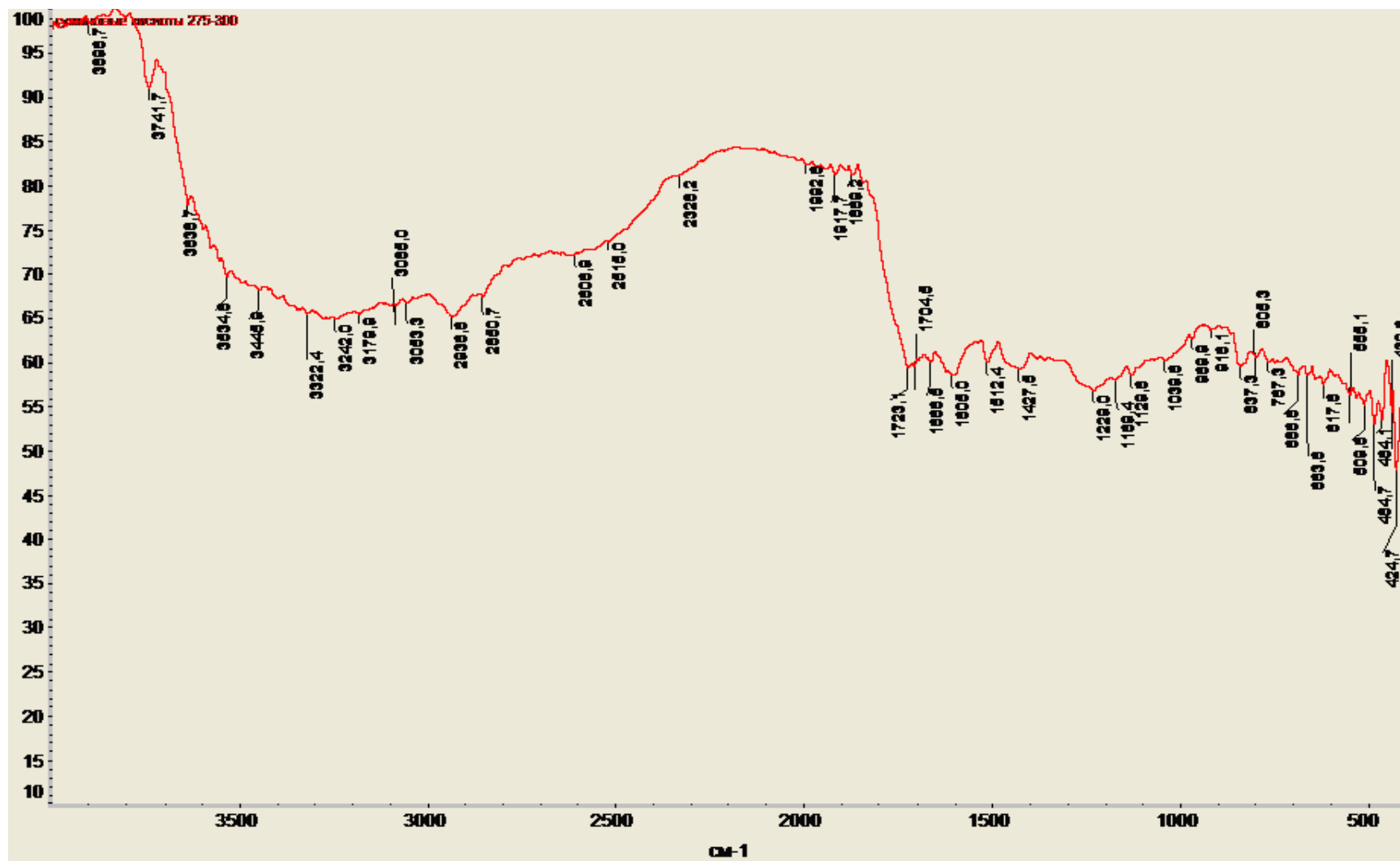


Рисунок Б.11 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 250-275 см

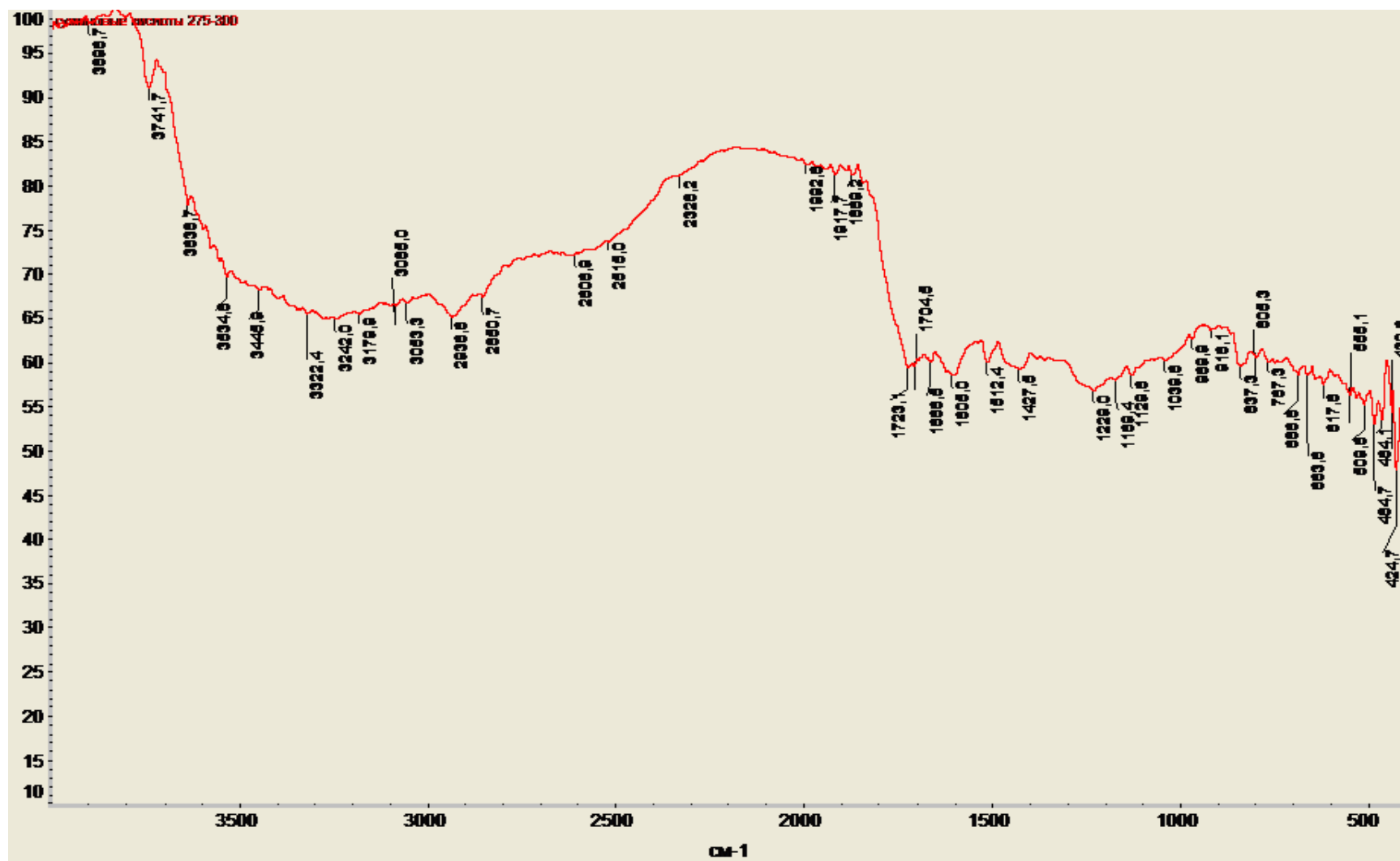
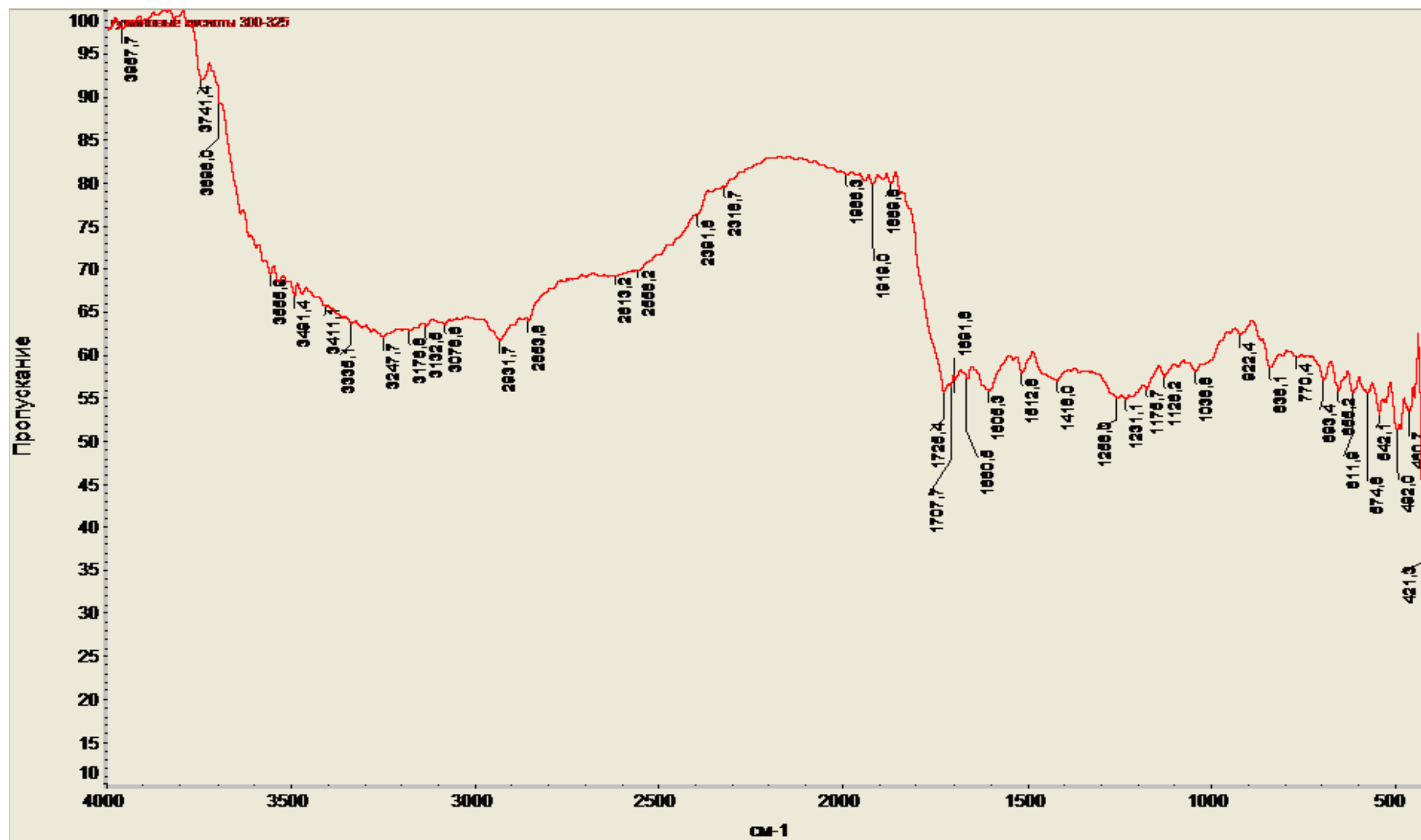


Рисунок Б.12 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 275-300 см



Ри-

сунок Б.13 – ИК-спектр ГК торфов торфа месторождения «Газопроводное». Глубина залегания 300-325 см